

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ
ПРАЦЬ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

**№2
(6)**

2022

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 2(6), 2022

м. Вінниця - 2022

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 2(6), 2022**

**Заснований у 2021 році у Вінницькому національному аграрному університеті під назвою
«Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки»
на засіданні Вченої ради університету**

Засновник:

Вінницький національний аграрний університет

Редакційна колегія:

Головний редактор кандидат технічних наук, доцент **Гулько І.В.**

Заступники головного редактора:

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Дідур І.М.;**

доктор сільськогосподарських наук, професор **Чудак Р.А.**

кандидат технічних наук, доцент **Яропуд В.М.;**

Члени редакційної колегії:

кандидат технічних наук, доцент **Солоня О.В.;**

кандидат технічних наук, ст. викладач **Холодюк О.В.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Шпаковська Г.І.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, **Матусяк М.В.;**

доктор сільськогосподарських наук, доцент **Ткачук О.П.;**

кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач **Рудська Н.О.;**

кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач **Забарна Т.А.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Новгородська Н.В.;**

студент інженерно-технологічного факультету **Хрищенко В.В.;**

студент факультету агрономії та лісівництва **Квасневський О.А.;**

студентка факультету технології виробництва і переробки продукції
тваринництва та ветеринарії **Гриневич М.О.**

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3, тел. 0432-46-01-05

Сайт журналу: <https://vsau.org/studentamm/zhurnal-studentskix-naukovix-pracz>

©Вінницький національний аграрний університет, 2022

Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
№ 2(6), 2022

Founded in 2021 at Vinnytsia National Agrarian University under the title «Collection of student research papers. Agricultural sciences» at a meeting of the Academic Council of the University

Founder:
Vinnytsia National Agrarian University

Editorial board:
Editor-in-Chief Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Hunko I.

Deputy Editors-in-Chief:
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Didur I.**;
Doctor of Agricultural Sciences, Professor **Chudak R.**;
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Yaropud V.**;

Members of the Editorial Board:
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Solona O.**;
Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer **Kholodiuk O.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Shpakovska H.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Matusiak M.**;
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor **Tkachuk O.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer **Rudska N.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer **Zabarna T.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Novhorodska N.**;
student of the Faculty of Engineering and Technology **Khryshcheniuk V.**;
student of the Faculty of Agronomy and Forestry **Kvasnevsky O.**;
student of the Faculty of Technology of Production and Processing of Livestock and
Veterinary Products **Hrynevych M.**

Address of the Editorial Office: **3 Soniachna St. Vinnytsia, 21008, tel. 0432-46-01-05**
Web site of the Journal: <https://vsau.org/studentamm/zhurnal-studentskix-naukovix-pracz>

© Vinnytsia National Agrarian University, 2022

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

До друку приймаються статті за спеціальностями:

208 Агроінженерія, 133 Галузеве машинобудування, 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 181 Харчові технології, 201 Агрономія, 202 Захист і карантин рослин, 203 Садівництво та виноградарство, 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 205 Лісове господарство, 206 Садово-паркове господарство, 207 Водні біоресурси та аквакультура, 212 Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза, 132 Матеріалознавство.

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
рекомендований для публікації студентських наукових робіт**

Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Вінницького національного аграрного університету,
протокол № 10 від 29 квітня 2022 року.

Усі права застережені. Тексти статей, таблиці, графічний матеріал, формули захищені законом про авторські права. Передрук і переклад статей дозволяється за згодою авторів. Відповідальність за зміст публікацій і достовірність наведених в них даних та іншої інформації несуть автори статей та їх наукові керівники. Висловлені у надрукованих статтях думки можуть не співпадати з точкою зору редакційної колегії і не покладають на неї ніяких зобов'язань.

Підписано до друку 29 квітня 2022 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. Друк. арк. 23,6. Тираж 100. Зам. № 13

Віддруковано у
ТОВ «Едельвейс» (м. Вінниця, вул. 600-річчя, 17)

Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5009 від 10.11.2015

**Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES**

Articles by specialties are accepted for publication:

208 Agroengineering, 133 Mechanical Engineering, 141 Electricity, Electrical Engineering and Electromechanics, 181 Food Technologies, 201 Agronomy, 202 Plant Protection and Quarantine, 203 Horticulture and Viticulture, 204 Technology of Production and Processing of Livestock Products, 205 Forestry, 206 Horticulture, 207 Aquatic Bioresources and Aquaculture, 212 Veterinary Hygiene, Sanitation and Expertise, 132 Materials Science.

**Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
recommended for publication of student scientific works**

Materials are published in Ukrainian and English.

The issue was approved and recommended for publication by the decision of the Academic Council of Vinnytsia National Agrarian University, Minutes № 10 dated April 29, 2022.

All rights reserved. Texts of articles, tables, graphic material, formulas are protected by copyright law. Reprinting and translation of articles is permitted with the consent of the authors. The authors of articles and their supervisors are responsible for the content of publications and the accuracy of the data and other information provided in them. Opinions expressed in published articles may not coincide with the point of view of the editorial board and do not impose any obligations on it.

Signed for printing on April 29, 2022

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 23,6. Circulation 100. Deputy. No 13

Printed at
LLC «Edelweiss» (Vinnytsia, 17, 600th Anniversary Street)

Certificate of entry into the State Register of Publishers, Manufacturers and Distributors of Publishing Products DK No 5009 dated 10/11/2015

ЗМІСТ

НАПРЯМ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ.

A. BIŁOZORA. THE EFFECT OF NITROGEN APPLICATION AND SOWING PERIODS OF WINTER OILSEED RAPE ON SEED YIELD AND EFFICIENCY OF NITROGEN COMPOUNDS USE.	12
Т. КОРНІЙЧУК. ЗАХІДНИЙ КУКУРУДЗЯНИЙ ЖУК (DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA LECONTE.) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК КУКУРУДЗИ.	18
В. БОЙКО. СУЧАСНИЙ СТАН РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ.	22
М. ВДОВИЧЕНКО. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНОГО ОГІРКА У ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ ЗА ТРАДИЦІЙНОЮ ТА БІОЛОГІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ.	26
М. ВДОВИЧЕНКО. ОРГАНІЧНЕ ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ В УМОВАХ УКРАЇНИ.	31
Є. ВІННИЦЬКИЙ. ПРОБЛЕМА ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ. СУЧАСНИЙ СТАН, РИЗИКИ ТА СПОСОБИ ПОДОЛАННЯ.	36
В. ГАВРИЛЮК. СТЕБЛОВИЙ МЕТЕЛИК В АГРОЦЕНОЗАХ КУКУРУДЗИ.	40
Ю. ГАРМАТЮК. ВПЛИВ РЕАКЦІЇ ҐРУНТОВОГО РОЗЧИНУ НА ПОКАЗНИК РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ.	44
Т. ДЕШЕВА. АДАПТИВНІСТЬ ЛІТНІХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ДО ЗМІН КЛІМАТУ В ПРАВОБЕРЕЖНІЙ УКРАЇНІ.	48
Н. ДЕШЕВА. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО АЗОТУ В ҐРУНТІ.	52
А. КИРНИЧНА. СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНІ.	56
А. ЗДОВБИЩКА. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПОНЕНЦІЙНОГО РОСТУ БАКТЕРІЙ В БЕЗПЕРЕРВНІЙ КУЛЬТУРІ, ХЕМОСТАТІ ТА ТУРБІДОСТАТІ ТА ОПИС РОЗВИТОК СИНХРОННИХ КУЛЬТУР.	60
І. МАЧОК. НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ.	65
О. КОТРУЦА. ПРОХОДЖЕННЯ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ.	69

НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА.

Т. ПЛАЗІЙ. ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ.	73
В. ПРИСАКАРЬ. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РІЧКУ СІЛЬНИЦЯ.	77
О. САНДУЛЯК. ВПЛИВ БІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК ДУБА ЧЕРВОНОГО В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ.	80

Т. СОЛОНІНКО. НАУКОВІ ОСНОВИ ДЕКОРАТИВНОЇ ФЛОРИСТИКИ У СВІТІ, УКРАЇНІ, ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ.	84
О. ЗАВАЛЕЦЬКА. ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ ВІННИЧИНИ КВІТКОВО-ДЕКОРАТИВНИХ ВИДІВ РОДУ ANTIRRHINUM L.	89
А. РОТАР. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЛІСІВ У КОМПЛЕКСІ ЗБЕРЕЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ.	94
Н. СІДЕНКО. СУЧАСНИЙ СТАН ВОДИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ В МЕЖАХ М. ВІННИЦЯ.	98
І. ТИНЬКО. ВПЛИВ ВІДХОДІВ, ЩО НЕ УТИЛІЗУЮТЬСЯ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ.	103
Б. УГНІВИЙ. ДИНАМІКА ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН АВТОТРАНСПОРТОМ.	108
Б. УГНІВИЙ. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ КОМАХ.	111
А. ЧАЙКА. ECOLOGICAL CONDITION OF RIVERS OF UKRAINE.	114
Y. VOLOSHINA. ECOLOGICAL CONDITION OF SHATSK LAKES AND SVITYAZ LAKE.	117

НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ.

В. БОГАЧУК МУЛЬЧУВАННЯ ҐРУНТУ РОСЛИННИМИ РЕШТКАМИ.	120
І. ЗАЄЦЬ. ВІБРОТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАС.	126
Д. СОКОЛОВ. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ТИСКУ ЗРІДЖЕНОГО ГАЗУ У ГАЗОВИХ БАЛОНАХ.	134
М. БУЗДИГАН. ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ.	139
Р. ЦЕХМІСТЕР. ОПТИМІЗАЦІЯ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.	145
Р. ЦЕХМІСТЕР. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.	151
А. ЧАЙКА. ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КАРДАННИХ ШАРНІРІВ.	157
І. БЕРЕЗОВСЬКИЙ. МЕТОДИКА ПОБУДОВИ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ В СЕРЕДОВИЩІ В FLOWVISION.	163
В. ДЖУМАРА. ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ.	173
О. ЖОМІР. ГІДРОДИНАМІЧНА ВЕРИФІКАЦІЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПЕРЕБІГУ РІДИНИ В ЗМІШУВАЧІ.	178

М. КУЧЕРЕНКО. ВУГЛЕЦЕВЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО. ПЕРСПЕКТИВИ І НЕОБХІДНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ.	182
Р. ПАТРИКА. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ.	189
В. МЕЛЬНИК. АГРЕГАТИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРИВ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ CULTAN.	194
М. БОНДАРЕНКО. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВО – РОЗПОДІЛЬЧОЇ СИСТЕМИ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ.	200
В. ХРИЩЕНЮК. ЗЕРНОСУШАРКА З КОЛИВАЛЬНИМ ТРАНСПОРТУЮЧИМ ОРГАНОМ.	206

НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.

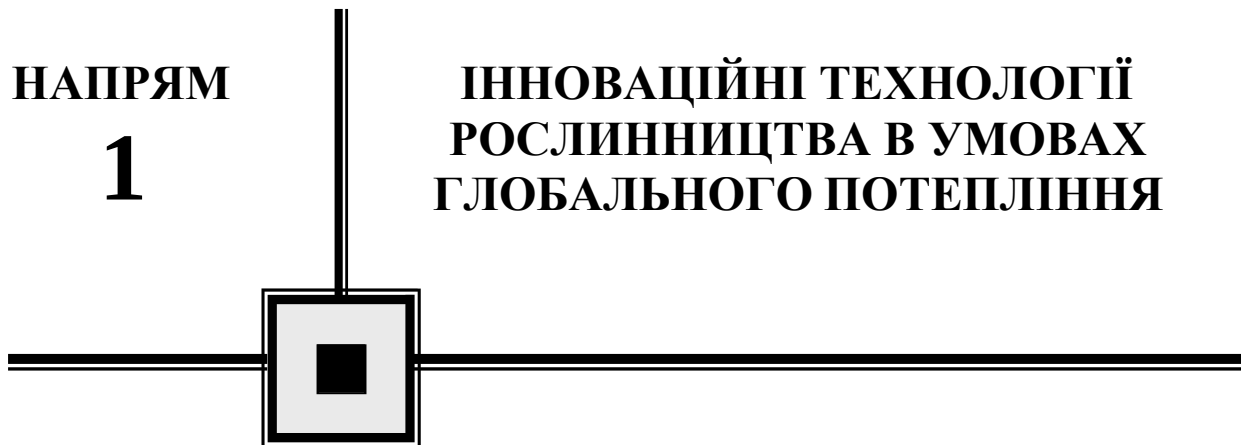
А. БОДНАР. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІБРАЦІЙНОГО КОНВЕЄРА.	211
О.ОСТАПЧУК. РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ STRIP-TILL-ТЕХНОЛОГІЇ.	219
О. СТЕЦЕН. ВПЛИВ РЕЖИМІВ ВОЛОЧІННЯ НА ЗМІНУ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДРОТУ В КОНІЧНОМУ ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ.	224
О. ЖУПАНОВ. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ЗЕРНА.	232
Ю. АНДРОНАТІЙ. РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПУЛЬСАТОРА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ.	236
О. АННЕНКОВ. МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПОТОКУ РІДИНИ У ЗМІШУВАЧІ З ГІДРОМЕХАНІЧНИМ ПРИВОДОМ	241
О.ЖОМІР. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНГУЛЯРНОГО МАНІПУЛЯТОРА.	247
Ю. МУРАВСЬКИЙ. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВПЛИВУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МЕТИЛОВИХ ЕФІРІВ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВПРИСКУВАННЯ І РОЗПИЛЮВАННЯ.	251
В. ТЕМЧЕНКО. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ GPS-МОНІТОРИНГУ В АГРАРНІЙ СФЕРІ УКРАЇНИ.	259
Д. ЧЕРВІНСЬКИЙ. МОДЕЛЮВАННЯ ОДНОВИМІРНОГО ПЕРЕНЕСЕННЯ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ FLOWVISION.	264
С. МЕЛЬНИЧУК. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ СТУПІНЧАТИХ ОТВОРІВ.	271
О. ПЛАХОТНИЙ. ПРИЧІПНИЙ ОЧІСУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.	277

Б. ТОДОСЬ. ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АНІМАЦІЇ У СИСТЕМІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ.	282
В. ХРИЩЕНІЮК. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПОТОКІВ У ЗМІШУВАЧАХ.	287

НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА.

Ю. ДЯЧЕНКО. МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ ЗА ДІЇ ПАРАТИПОВИХ ФАКТОРІВ.	298
О. БУДЄЄВ. ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ ДЛЯ ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН І ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА.	303
А. ЗАЛЕВСЬКА. ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ-ПЕРВІСТОК ІЗ ВРАХУВАННЯМ ПОХОДЖЕННЯ.	307
С. СТАДНІК. ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА МІКРОКЛІМАТУ КОРІВНИКА ЗА ДВОХ РІЗНИХ СПОСОБІВ УТРИМАННЯ КОРІВ.	312
М. ГРИНЕВИЧ. ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ НА ЗМІНУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРУДУВАННЯ КОРМОВИХ БОБІВ.	317
В. ПРИСЯЖНЮК. МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ ЗА РІЗНИХ УМОВ УТРИМАННЯ.	321
А. ЦЕЛИЧ. АНАЛІЗ РЕГУЛЮВАННЯ ПИТАННЯ ГІГІЄНИ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ КОРМІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК В УКРАЇНІ	326
Б. ШЕЛЕСТ. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ СВИНАРСТВА.	330
С. БОНДАРЧУК. ЗАСТОСУВАННЯ ПІДКИСЛЮВАЧА У ГОДІВЛІ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ.	333
В. ГЛАВАЦЬКА. ВИКОРИСТАННЯ АДАПТОГЕНІВ У СТРЕСОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ В СВИНАРСТВІ.	336
Я. ТИТУЛА. ОСОБЛИВОСТІ ВИБРАКУВАННЯ ВІДСТАЮЧИХ У РОСТІ БИЧКІВ ТА ЇХ М'ЯСНА ПРОДУКТИВНІСТЬ.	339
Д. ТОВПИГА. ЖИВА МАСА ТЕЛЯТ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ЗА НАРОДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ УТРИМАННЯ ЇХНІХ МАТЕРІВ.	343
Д. КРИШТАЛЬ. АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СВІЙСЬКОЇ ПТИЦІ.	347
Т. ВІНТУЛА. ВПЛИВ ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ.	352
Н. ВІКАРЧУК. РОЗВЕДЕННЯ БЕЛЬГІЙСЬКОЇ БЛАКИТНОЇ ПОРОДИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ В УМОВАХ ТОВ «ЛАЙВСТОК4ЕКСПОРТ».	355

НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ.	
Б. АНТОНЮК. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФРУКТОВОГО ТЕРМОСТАБІЛЬНОГО НАПОВНЮВАЧА.	359
М. ГРИНЕВИЧ. СТАНДАРТИ ЯКОСТІ ТА ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ.	365
О. ІВАЩУК. ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ.	368
Р. КОВАЛЬ БЕЗПЕКА ТА ЯКІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ.	371
В. ОМЕЛЬЧУК. ДОСЛІДЖЕННЯ СИРОВИНИ ДЛЯ ПЛАВЛЕНОГО СИРУ З ГІДРО БІОНТАМИ.	377
В. ПАВЛЮК. ВПЛИВ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА НА МІКРООРГАНІЗМИ.	380
А. СИРОЇД. БЕЗЛАКТОЗНА МОЛОЧНА ПРОДУКЦІЯ НА РИНКУ УКРАЇНИ.	383
С. РЕЗНІК. БІЛКОВОМОЛОЧНІСТЬ – ПРОБЛЕМА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ.	388
Ж. ЕЛЬ АСТАЛ. НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ.	392
В. АНТОНЮК. ПРЕБІОТИКИ І ЇХ РОЛЬ У ДІЄТИЧНОМУ І ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ.	397
Л. ТАРАНЕЦЬ. ЗБАГАЧЕННЯ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ КОМПОНЕНТАМИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ.	402
К. ОБУХОВСЬКА. ВИКОРИСТАННЯ ЯДРА КІСТОЧОК АБРИКОСА ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ.	405
В. СЕВОСТЬЯНОВ. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОЗИТНИХ РОСЛИННИХ СУМІШЕЙ.	410



Alina BILOZORA¹

student of the third course,
Agronomy and forestry faculty,
Vinnytsia national agrarian university
Vinnytsia, Ukraine

THE EFFECT OF NITROGEN APPLICATION AND SOWING PERIODS OF WINTER OILSEED RAPE ON SEED YIELD AND EFFICIENCY OF NITROGEN COMPOUNDS USE

Annotation. Based on data from a field experiment conducted in 2016/2017, 2017/2018 and 2018/2019, the aim of this study was to investigate how sowing delay affects seed yield, nitrogen uptake by seeds and significant efficiency of nitrogen use by winter rape plants; to check the ability of autumn and spring application of nitrogen fertilizers to compensate for the negative impact of delays in sowing crops; and estimate the minimum autumn development for optimal seed yield. To solve the set tasks, a combination of four sowing dates (from the first week of August to the third week of September) and four autumn nitrogen applications (0, 30, 60 and 90 kg / ha per year) was fixed. In each of these 16 variants, nitrogen application was performed 5 times in the spring (0/0, 40/40, 80/80, 120/120, 140/140 kg / ha, etc.) in order to estimate the individual nitrogen reaction curves. . Nitrogen accumulation by aboveground mass of plants in autumn, seed yield and nitrogen uptake by seeds were determined. It was found that sowing the crop after mid-September significantly reduced yields. Application of nitrogen fertilizers in autumn in the amount of at least 30 kg / ha per year increased the yield and absorption of nitrogen seeds without any significant interaction with the sowing period and spring application of nitrogen fertilizers.

Foreword. Winter oilseed rape is one of the most important oilseeds grown in temperate climates. From year to year it is not losing popularity as a source of high quality vegetable oil in the world and Ukrainian market. Therefore, the implementation of new research to improve the elements of technology for growing winter oilseed rape does not lose its relevance. At the same time, in the conditions of the Right-Bank

¹*Науковий керівник – доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Мацера О.О.

Forest-Steppe, due to soil-climatic and agrotechnical features, there is an unlimited reserve for improvement and search of ways that will fully realize the biological potential of modern winter rape hybrids. Which, in turn, once again outlines the problems of selection and search for favorable sowing dates (in the context of modern climate change) and the level of mineral nutrition.

The best precursors for winter rape are perennial legumes, because they help to destroy weeds, create a good soil structure, clear the field early, but in modern farming conditions are often the predecessors of winter cereals, which causes delayed sowing of winter rape due to late harvesting winter wheat. Lutman and Dixon [1] and Silling et al. [2] observed a decrease in autumn-winter plant development due to delayed sowing of the crop, especially if it was later than September 10, increasing the risk of death in winter [3–5]. While Lutheman and Dixon [1] noted only insignificant indicators of reduced yields, Uzan et al. [6] reported a decrease in the yield of winter rapeseed with a delay in sowing due to a reduction in the length of the growing season and, consequently, the potential period of grain filling. Also Scott et al. [7, 8] and Matsera O. [9] noted large yield losses if sowing took place after mid-September.

Results. The concept of the study was to increase the seeding rate at a late sowing date, to compensate for the decrease in seed germination in such a way as to combine both studied factors. However, given the average value for three years, the plant density was quite the same for all sowing dates, ranging from 37 to 47 plants / m² at the end of autumn development and from 36 to 40 plants / m² at the beginning of spring growth, so it is not little effect, and no significant interaction between sowing date and plant density, was observed.

According to the results of our research, it was found that sowing of winter rape in September leads to a significant decrease in yield ($p < 0.05$) (Table 1). The yield obtained for sowing in the first and third weeks of August was at the level of 5 t / ha, for sowing in the first and third weeks of September there was a decrease in yield by 0.3 and 1.2 t / ha, respectively. Application of nitrogen fertilizers in autumn significantly increased seed yield by 0.6 t / ha, compared to the options without fertilization, and fertilization at a dose of 90 kg / ha of nitrogen. The interaction between sowing time and nitrogen application in autumn was not significant at $p = 0.05$.

Table 1

Influence of sowing period and application of nitrogen fertilizers in autumn on yield of winter rapeseed, t / ha

(average for 2016-2019)

Sowing time	Nitrogen fertilizer rates applied in autumn after sowing				
	0	30	60	90	Average sowing time, t / ha
Yield, t / ha					
First week of August	4,72	4,87	5,02	5,12	4,93
Third week of August	4,74	4,94	5,16	5,18	5,01
First week of September	4,05	4,74	4,86	4,98	4,66
Third week of September	3,42	3,71	3,84	4,06	3,76
Average fertilizer rate, t / ha	4,23	4,56	4,72	4,83	-

Source: made with interaction with supervisor on the basis of common research

The application of nitrogen fertilizers in the spring to fertilization increased yields (for evaluation of the model parameters, see Table 2). However, nitrogen doses exceeding 116-136 kg / ha, depending on the sowing period, did not provide a further increase in yield. Comparison of functional parameters showed that the sowing period affected the yield level only to a certain extent (to a state of insignificant or no changes after the period of exposure, activity or progress) in the range from 4.23 t / ha for sowing in the third week of September to 5, 56 t / ha for sowing in the third week of August. In contrast, the nitrogen application rate at the intersection of the linear model and the yield plateau (N_{opt}), as well as the linear slope remained unchanged (Table 2), indicating that the interaction between sowing dates and spring fertilization was insignificant.

A similar pattern occurred when comparing the effects of spring fertilization at different doses of nitrogen in the fall (to assess the parameters of the model, see Table 2). The application of nitrogen fertilizers in autumn provided an increase in yield from 4.48 t / ha in the unfertilized version of the control to 5.12; 5.20 and 5.32 t / ha in variants with application of 30, 60 and 90 kg / ha of nitrogen, respectively.

Table 2

Calculated parameters of the linear plateau principle model that quantify the relationship between the application of nitrogen fertilizers after sowing winter oilseed rape and seed yield

Sowing time	Nitrogen fertilizer rates applied in autumn after sowing	n	R ²	Plateau*	N _{opt} ^{*1}	difference
<i>Yield, t / ha</i>						
1 st week of August		240	0,65	5,47	117,7 ^{ns}	0,0172 ^{ns}
3 rd week of August		239	0,66	5,56	125,2 ^{ns}	0,0162 ^{ns}
1 st week of September		240	0,49	5,22	136,2 ^{ns}	0,0147 ^{ns}
3 rd week of September		240	0,27	4,23	116,4 ^{ns}	0,0153 ^{ns}
<i>Yield, t / ha</i>						
	N ₀	240	0,41	4,48	121,4 ^{ns}	0,0185 ^{ns}
	N ₃₀	240	0,44	5,12	127,3 ^{ns}	0,0159 ^{ns}
	N ₆₀	239	0,39	5,20	119,1 ^{ns}	0,0152 ^{ns}
	N ₉₀	240	0,41	5,32	127,7 ^{ns}	0,0138 ^{ns}

Source: made with interaction with supervisor on the basis of common research

A similar trend was observed in the study of nitrogen uptake by seeds. Delay in sowing led to a decrease in nitrogen uptake by seeds ranging from 112 kg / ha a. s. for sowing the crop at the latest to 141 kg / ha a. s. for sowing in the third week of August. The application of an additional 30 kg / ha of nitrogen in the autumn increased nitrogen uptake by 9 kg / ha, thus leaving 21 kg / ha of nitrogen (= 70% of the applied amount) in the system (Table 3). A further increase in the autumn application rates to 60 and 90 kg / ha of nitrogen per year increased nitrogen uptake by 14 and 18 kg / ha, thus increasing the excess nitrogen to 46 (77%) and 72 kg / ha (80%), respectively.

As spring nitrogen fertilization increased not only seed yield but also nitrogen concentration (data not shown), the nitrogen rate required to achieve maximum yield (N_{opt}) was higher for nitrogen uptake (160–195 kg / ha) than for seed yield. (about

116–136 kg / ha) at all sowing dates. In addition, the linear deviation decreased with sowing delay.

Table 3

***Influence of interaction of sowing term and applied nitrogen fertilizers in autumn on nitrogen removal with harvest of winter rapeseed, (kg / ha)
(average for 2016-2019)***

Sowing time	Nitrogen fertilizer rates applied in autumn after sowing				
	0	30	60	90	Average sowing time, t / ha
Uptake of nitrogen by crop yield, kg / ha					
1 st week of August	133	156	140	143	138
3 rd week of August	134	138	145	146	141
1 st week of September	116	136	140	143	133
3 rd week of September	100	110	114	123	112
Average fertilizer rate, t / ha	121	130	135	139	-

Source: made with interaction with supervisor on the basis of common research

In combination with spring nitrogen application, its autumn application was positively correlated only with the plateau level from 149 to 166 kg / ha, while Nopt and deviations were similar. Autumn application of nitrogen fertilizers did not affect the concentration of nitrogen in the seeds; as a result, the increase in nitrogen uptake was mainly due to higher seed yields.

The concentration of oil in the seeds was the highest during the first sowing dates, and decreased with a delay in sowing. Fertilization led to a decrease in the concentration (content) of oil, while the application of nitrogen fertilizers after sowing did not affect this figure. The deviation reached the highest level for sowing in August, as a result of which the formation of indicators of quantitative oil content was similar to the formation of seed yield with a significant impact on this indicator of sowing (2.17; 2.19; 2.03 and 1.61 t / ha per first, second, third and fourth sowing dates, respectively), for the application of nitrogen fertilizers after sowing in autumn - 1.84; 1.99; 2.06 and 2.10 t / ha when applying N₀; N₃₀; N₆₀ and N₉₀, respectively, and when applying fertilizers - 1.44; 1.99; 2.20; 2.18 and 2.18 t / ha at a dose of N₀, N₈₀, N₁₆₀, N₂₄₀, N₂₈₀, respectively. No significant interactions were noted.

Since there was no significant interaction between nitrogen application in autumn and spring, the efficiency of autumn application was presented on the basis of the average value of spring fertilization and vice versa (table 4).

The efficiency of nitrogen application from autumn application decreased with an increase in the amount of nitrogen from 25% with application of 30 kg / ha to 20% in areas that received 90 kg / ha; however, this decrease was not significant at p = 0.05. The sowing period significantly affected the efficiency of nitrogen use, showing the lowest rate - 11% for sowing in the first week of August, the highest - 38% for sowing in the first week of September. At the same time, early crops used more nitrogen applied in the spring, compared to late crops. Increasing the dose of spring fertilizers significantly reduced the efficiency of nitrogen use from 46% (80 kg / ha) to 28% (280 kg / ha).

Table 4

Influence of interaction of sowing term and nitrogen fertilizers on efficiency of use of nitrogen by plants of winter rape (%) (average for 2016-2019)

Nitrogen fertilizer rates applied in autumn after sowing	Sowing time				average
	1 st week of August	3 rd week of August	1 st week of September	3 rd week of September	
N ₀	-	-	-	-	-
N ₃₀	8,4	13,0	44,4	32,6	24,6
N ₆₀	14,0	18,5	40,0	22,5	23,7
N ₉₀	11,1	13,2	30,3	25,0	19,9
average	11,1	14,9	38,2	26,7	-
Doses of fertilization with nitrogen fertilizers					
N ₀	-	-	-	-	-
N ₈₀	53,1	47,8	41,3	41,9	46,0
N ₁₆₀	47,0	43,6	42,6	34,3	41,9
N ₂₄₀	35,9	35,1	31,6	26,2	32,2
N ₂₈₀	31,9	31,5	28,1	22,1	28,4
average	42,0	39,5	35,9	31,1	-

Source: made with interaction with supervisor on the basis of common research

Seed oil concentration was highest at early sowing and fell if sowing was delayed. Likewise, spring N significantly decreased oil concentration while autumn N had no effects. The slope was steepest if plant establishment occurred in August. In consequence, oil yield showed a similar pattern as seed yield with significant effects of sowing method (2.17, 2.19, 2.03, and 1.61 t / 1 in SD 1, SD 2, SD 3, and SD 4, respectively), autumn N (1.84, 1.99, 2.06, and 2.10 tha / 1 in the 0, 30, 60, and 90 kg N / ha treatment, respectively) and spring N application (1.44, 1.99, 2.20, 2.18, and 2.18 t / ha in the 0, 80, 160, 240, and 280 kg N / ha treatment, respectively). No significant interactions were observed.

The experimental conditions allowed studying the influence of sowing period, autumn and spring application of nitrogen fertilizers and their interaction on the yield of winter rapeseed and the ability of seeds to absorb nitrogen. The results confirmed the current recommendation that under the climatic conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine, winter oilseed rape should ideally be sown between mid and late August, while sowing after mid-September leads to a significant reduction in yield. It should be noted that under favorable weather conditions in spring, winter rapeseed, sown in the third week of September, yielded more than 5 t / ha, but as long-term weather forecasts are currently unavailable, there is a risk of reduced yields by shifting sowing to late September.

In combination with late sowing in production conditions, additional nitrogen is often used in autumn to ensure adequate development of winter rape plants before winter. According to the obtained data, there was no significant interaction between the sowing period and nitrogen application in autumn, as well as spring fertilization for seed yield.

Conclusions. The presented results confirmed that sowing of winter rape from the third week of August to the first week of September is the optimal sowing period in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Even in variants where the plants have reached the optimal parameters for wintering, the application of nitrogen fertilizers after sowing provided an increase in seed yield. However, positive economic results should be considered from an environmental point of view, as the efficiency of nitrogen use in these options was characterized by lower rates, and the ways of nitrogen application in autumn to increase yields are still unclear. The minimum dose of nitrogen that was necessary to achieve high yields (in the absence of adverse conditions - severe frost in winter, drought in spring) was set at 10 kg / ha in a. s.

References

1. Luteman, P.J.W.; Dixon, F.L. The effect of drilling date on the growth and yield of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Sciences*, 1987, 108, 195–200. [in English].
2. Sieling, K.; Böttcher, U.; Kage, H. Sowing date and N application effects on tape root and above-ground dry matter of winter oilseed rape in autumn. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2017, 83, 40–46. [in English].
3. Lääniste, P.; Jõudu, J.; Ereemeev, V.; Mäeorg, E. Sowing date influence on winter oilseed rape overwintering in Estonia. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 2007, B 57, 342–348. [in English].
4. Balodis, O.; Gaile, Z. Winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) autumn growth. In Proceedings of the Annual 17th International Scientific Conference Research for Rural Development, Jelgava, Latvia, 18–20 May 2011; Latvia University of Agriculture: Jelgava, Latvia; Volume 1, pp. 6–12. [in English].
5. Waalen, W.; Øvergaard, S.I.; Åssveen, M.; Gusta, L.V. Winter survival of winter rapeseed and winter turnip rapeseed in field trials as explained by PPLS regression. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2013, 51, 81–90. [in English].
6. Uzun, B.; Zengin, Ü.; Furat, S.; Akdesir, Ö. Sowing date effects on growth, flowering, oil content and seed yield of canola cultivars. *Asian Journal of Chemistry*, 2009, 21, 1957–1965. [in English].
7. Scott, R.K.; Ogunremi, E.A.; Ivins, J.U.D.; Mendham, N.J. The effect of sowing date and season on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Sciences*, 2017, 81, 277–285. [in English].
8. Dejoux, J.-F.; Meynard, J.-M.; Reau, R.; Roche, R.; Saulas, P. Evaluation of environmentally-friendly crop management systems based on very early sowing dates for winter oilseed rape in France. *Agronomie* 2003, 23, 725–736. [in English].
9. Matsera O. Comparative evaluation of quality properties of winter rapeseed depending on the level of fertilizers and sowing date. *Agriculture and Forestry*, 2020. № 16. Pp. 108-119 [in English].

Тетяна КОРНІЙЧУК²,
студентка 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗАХІДНИЙ КУКУРУДЗЯНИЙ ЖУК (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LECONTE.) – НЕБЕЗПЕЧНИЙ ШКІДНИК КУКУРУДЗИ

Анотація. У статті проведений аналіз літературних джерел, щодо досліджень біології розвитку небезпечного фітофагу кукурудзи – західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.). За результатами досліджень встановлено, що популяція цього шкідника з кожним роком збільшується, що обумовлено адаптацією до живлення рослин, яка викликана розширенням площ вирощування кукурудзи, недотримання сівозмін та змінною кліматичних умов. Тому уточнення щодо поширення та особливостей біології розвитку з урахуванням умов сьогодення, удосконалення заходів обмеження чисельності обумовлюють пріоритетність наряду досліджень та його актуальність.

Annotation. The article analyzes the literature on research on the biology of the development of the dangerous phytophagous maize – the western corn beetle (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.). According to research, the population of this pest is growing every year, due to adaptation to plant nutrition, which is caused by the expansion of corn growing areas, non-compliance with crop rotations and changing climatic conditions. Therefore, clarifications on the distribution and features of developmental biology, taking into account current conditions, improving measures to limit the number determine the priority of research and its relevance.

Ключові слова: Карантинний шкідник, кукурудза, західний кукурудзяний жук, поширеність.

Key words: Quarantine pest, corn, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, prevalence.

Вступ. Широко відомий в Україні карантинний фітофаг. З часу першого виявлення західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.) в Україні пройшло більше 15 років. Певний період шкідник знаходився лише в межах 1–2 областей країни. Але упродовж останніх років спостерігається поступове поширення комах з місць першого виявлення на південь та схід України. Відомо є те, що потрапив він до нас з американського континенту і поступово, так би мовити, «обживається». Є теорія, що через деякий час, внаслідок активного розповсюдження, діабротика може втратити статус карантинного [1].

Виклад основного матеріалу. Західний кукурудзяний жук (*Diabrotica*

²*Науковий керівник: ст. викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Рудська Н.О.

virgifera virgifera LeConte.) був завезений у 1990-х роках до Сербії. Це важливий шкідник кукурудзи, що зустрічається в Північній Америці, чії личинки, населяють ґрунт, можуть серйозно пошкодити коріння кукурудзи і призвести до втрати врожаю. Вперше був виявлений в липні 1992 року в місцевості Сурчин поблизу міжнародного аеропорту Белграда. Походження цього шкідника залишається невідомим. Потрапивши в Європу, він досить швидкими темпами поширювався в басейні Дунаю. Попередні дослідження потенціалу поширення, проведені дослідниками в Хорватії, Франції, Німеччині для всієї Європи, показали, що цей шкідник, швидше за все, виживе та розвиватиметься скрізь, де в Європі вирощують кукурудзу [2].

В Україні упродовж останніх років із збільшенням площ посіву кукурудзи виникла реальна загроза масового поширення цього небезпечного шкідника, збитки від шкідливої діяльності якого можуть бути значними і подібні тим, що зазнають виробники цієї культури в США та інших країнах світу.

D. v. virgifera походить з Північної Америки, де його розглядають як найбільш небезпечного і економічно важливого шкідника кукурудзи. Він завдає втрат приблизно на \$ 1000 млн. Сюди включені щорічні затрати на боротьбу і збитки від втрати врожаю, тому в США шкідник має прізвисько «жук на мільярд доларів» (Krysan and Miller, 1986).

У 2001 році в Україні було розміщено 1200 феромонних і жовтих липких пасток на площі 500 000 га в 25 географічних регіонах і 106 адміністративних одиницях. Більше уваги приділили Закарпатській, Чернівецькій та Одеській областях, які знаходяться поблизу Угорщини та Румунії. У серпні 2001 р. *D. virgifera* вперше було виловлено в Закарпатській області, на захід від Карпат. Всього в 7 місцях виловлено 50 екземплярів [3].

Щороку ареал його невпинно збільшується й наразі західного кукурудзяного жука виявляють на посівах кукурудзи в Закарпатській, Львівській, Івано-Франківській, Тернопільській, Чернівецькій, Вінницькій, Житомирській, Хмельницькій, Волинській областях [6].

Шкоджають 2 стадії розвитку шкідника – личинка та імаго.

Імаго вигризають пиляки на волотях та нитки на приймочках маточок качанів. Також пошкоджують зерно в фазі молочної стиглості на верхівках качанів і виїдають між жилками листки. При живленні жука на генеративних органах зменшується відсоток зерен в качані, а в результаті цього знижується врожайність.

Не меншу загрозу становлять личинки, бо пошкоджують кореневу систему на ранньому етапі розвитку кукурудзи. Зі зростанням комах й ускладненням їхніх харчових потреб, шкідники проникають глибше в коріння. Личинки завдають найбільшої шкоди після утворення вторинної кореневої системи і розвитку опорного кореня. Кінчики коренів стають коричневими, і зазвичай вони пробурені та проїдені до самої основи рослини. Личинки також можуть проникати вглиб більших коренів та іноді з'являтися на верхівках рослин. Що може призвести до значного зменшення кореневої маси, вилягання рослин кукурудзи, або й до їх загибелі [1].

Пошкодження рослин може призвести до таких наслідків:

1. У рослин розвиваються вторинні інфекції кореневих і стеблових грибів.
2. Сильне пошкодження коренів призводить до більшої ймовірності вилягання, що знижує врожайність та створює труднощі зі збиранням врожаю.
3. Стебла набувають вигнутого вигляду «гусяча шия», коли рослини намагаються випрямитися [9].

Одним із головних чинників, що сприяє інвазії шкідника та подальшому розповсюдженню, є наявність придатної для його розвитку рослини-господаря – кукурудзи. Вирощування кукурудзи в умовах монокультури забезпечить жука постійною кормовою базою та призведе до значного його розповсюдження і шкідливості в Україні [4].

Поширення західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte.) в Україні за останні роки ускладнило карантинну ситуацію. На території, де поширений шкідник, виявлено значні втрати кукурудзи, особливо при її вирощуванні в монокультурі.

Щоб обмежити чисельність фітофага та зменшити його шкідливість, досить стежити за сівозміною: повернення кукурудзи на поле через три-чотири роки. Але вирощування кукурудзи в двопільній сівозміні призводить до швидкої адаптації шкідника [5].

Спроби генної інженерії отримати трансгенні лінії кукурудзи, стійкі до *diabrotica* (здатні продукувати токсин CRY 3 Bt, аналогічний тому, що синтезують бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*), поки не дали очікуваних результатів. Причина в тому, що токсини виробляються в хлоропластах, тоді як личинки живляться корінням, де хлоропласти практично відсутні. Також було зафіксовано, що імаго після відродження потребує додаткового живлення, а за живлення на трансгенних рослинах гине, не встигаючи відкласти яйця. Тому генетично модифіковані рослини ефективні тільки для регуляції чисельності дорослих особин [7, 8].

Серед біологічних заходів, що спрямовані на обмеження чисельності фітофага є використання природних ворогів. У *D. v. virgifera* небагато ефективних природних ворогів, але вони, безперечно, допомагають стабілізувати чисельність шкідника. Для оцінки патогенного потенціалу закордонними вченими було виконано дослідження впливу на *D. virgifera* нематод *Stenernema carpocapsae* або *Heterorhabditis bacteriophora* в комбінації з ґрунтовим інсектицидом «Тефлутрін», що дало добрі результати. У США ентомофагами західного кукурудзяного жука є комахи з родини *Carabidae* (*Harpalus* sp.), *Cantharidae* (*Chauliognathus marginalis*), *Braconidae* (*Syrrhizus* sp.), *Tachinidae* (*Celatoria diaroticae*, *Chaetophleps setosa*).

Проти личинок або дорослих комах в світі досить широко застосовуються хімічні методи контролю.

Відповідно до сучасного Переліку пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні (2020 р.) проти західного кукурудзяного жука можна використовувати такі препарати:

- Кайзо, ВГ. (лямбда-цигалотрон, 50 г/л) – обприскування рослин в період

вегетації (1 обробка) в розрахунку 0,3 кг/га;

- Карате Зеон 050 CS, СК (лямбда-цигалотрон, 50 г/л) – обприскування рослин в період вегетації (2 обробки) в розрахунку 0,3 л/га;

Регент 20 Г, г. (фіпроніл, 20 г/кг) – внесення з подальшим загортанням у ґрунт перед посівом в розрахунку 10 кг/га [5].

Висновки. Таким чином, основною передумовою будь-якої системи захисту рослин є сучасний фітосанітарний моніторинг та прогноз поширення західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte.), який має полягати у системі збору, накопичення, аналізу та використання фітосанітарної, зокрема, карантинної інформації з урахуванням застосування запобіжних, організаційних, агротехнічних, біологічних, хімічних заходів, а також використання стійких сортів.

Список використаних джерел

1. Західний кукурудзяний жук (діабротика): Як захистити кукурудзу та надовго позбутись шкідника. URL: <https://superagronom.com/articles/397-zahidniy-kukurudzyaniy-juk-diabrotika-yak-zahistiti-kukurudzu-ta-nadovgo-pozbutis-shkidnika>.

2. Situation of *Diabrotica virgifera virgifera* in the EPPO region (2012). URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/shortnotes_qps/diabrotica_virgifera.

3. Situation of *Diabrotica virgifera virgifera* in the EPPO region. URL: <https://gd.eppo.int/reporting/article-2164>.

4. Аналіз поширення західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte.) в агроценозах Черкаської області та визначення стійкості окремих гібридів кукурудзи до пошкоджень. Вісник Черкаського університету. 2021 №2.

5. uk ANALYSIS of the Distribution of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica Virgifera Virgifera* le Conte.) in Agrocenoses of Cherkasy Region and Determination of Resistance of Individual Maize Hybrids to Damage. URL: <https://bio-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/4359>.

6. Західний кукурудзяний жук стає реальною загрозою для посівів кукурудзи на Черкащині. URL: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/3034-zakhidnyi-kukurudzianyi-zhuk-staie-realnoi-zahrozoiu-dlia-posiviv-kukurudzy-na-cherkashchyni>.

7. Derunkov A. C., Tishechkin A. K., Konstantinov A. S. New species of *Diabrotica* Chevrolat (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae) and a key to *Diabrotica* and related genera: results of a synopsis of North and Central American *Diabrotica* species. Journal of Insect Biodiversity. 2005. №3. 1 – 55.

8. EPPO/CABI *Diabrotica barberi* and *D. virgifera*. Quarantine Pests for Europe // CAB International, Wallingford (GB). 1997. 233 – 237.

9. Northern Corn Rootworm. URL: <https://www.koppert.com/challenges/beetles/northern-corn-rootworm/>.

Віталій БОЙКО³,
студент 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Анотація. У статті викладено результати досліджень родючості ґрунтів України та їх забезпеченість поживними речовинами. За останні два десятиліття ситуація суттєво змінилася. До мінімуму скоротилося здійснення заходів щодо докорінного поліпшення ґрунтів, а окремі роботи взагалі не проводяться. Як наслідок, спостерігається стійка тенденція погіршення якісного стану ґрунтів. Зменшуються запаси гумусу, безповоротно виносяться поживні речовини, відбувається підкислення, засолювання та деструктуризація ґрунтів. За таких умов створюється реальна загроза подальшої інтенсивної деградації ґрунтового покриву – основного засобу аграрного виробництва. Тому вивчення даного питання на сьогодні є досить актуальним.

Anotation. The article outlines the results of research on soil fertility and nutrient supply in Ukraine. In the last two decades the situation has changed significantly. The implementation of measures for radical improvement of soils has been reduced to a minimum, and some work is not carried out at all. As a consequence, there has been a steady trend towards deterioration of soil quality. Humus reserves are decreasing, nutrients are being irretrievably removed, acidification, salinisation and destructuralisation of soils are taking place. Under such conditions there is a real threat of further intensive degradation of soil cover - the main means of agricultural production. Therefore, the study of this issue today is quite relevant.

Вступ. Урожай сільськогосподарських культур, насамперед залежить від родючості ґрунту, а не від типу ґрунту, як прийнято вважати. За даними різних джерел у сільськогосподарському виробництві України протягом останніх 20 років переважала незбалансована і дефіцитна система землеробства, яка призвела до втрат ґрунтами України 0,5-1% гумусу (дані «Центрдержродючості», нині «Держґрунтохорона»). Протягом останніх років у переважній більшості врожаї усіх сільськогосподарських культур формувалися за рахунок саме використання природної родючості ґрунту, і саме це в подальшому призводило до поступового їх виснаження та збіднення потенціалу родючості. Навіть удобрення сільськогосподарських культур невеликими дозами гною і туків не сприяло відновлення родючості ґрунтів. А тривале використання у господарствах України інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур призвело до поступового зниження родючості ґрунтів через їх переущільнення, а саме до

^{3*} Науковий керівник – старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Забарна Т.А.

втрати структури ґрунтів (грудучкувато-зернистої), їх водопроникності і повітропроникності із усіма екологічними наслідками. Протягом останніх років через техногенне забруднення та антропогенний чинник посилюється проходження процесів деградації ґрунтового покриву України. На сьогоднішній день самим актуальним та одночасно небезпечним для навколишнього природного середовища стало забруднення ґрунтів важкими металами, токсичне забруднення, підвищений вміст радіонуклідів та збудників хвороб [1,2]. За проаналізованими результатами останнього туру агрохімічного обстеження варто відмітити, що найбільші втрати гумусу в Україні відслідковуються в зоні Полісся – 0,05% [3]. Згідно даних агрохімічного обстеження свідчать, що площі з низьким і середнім вмістом рухомого фосфору та обмінного калію у ґрунтах збільшуються, а площі ґрунтів з підвищеним та високим вмістом фосфору та калію зменшуються. Відносно забезпеченості ґрунтів України вмістом обмінного калію, то він складає на рівні 33,8%. І це переважно ґрунти легкого піщаного та супіщаного механічного складу. Насамперед покращення забезпеченості калійним режимом потребують дерново-підзолисті ґрунти зони Полісся і опідзолені ґрунти Лісостепової зони. За даними різних наукових досліджень ґрунти південної частини Лісостепу і майже всі ґрунти Степової зони характеризуються або підвищеним, або високим вмістом обмінного калію.

Матеріали агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення вказують, що значна частина – 3,7 млн. га ґрунтів потребують першочергового вапнування та ще 4,1 млн. га потребують підтримуючого. Таким чином, у структурі земельного фонду України значні площі займають ґрунти з незадовільними показниками (деградовані та інші малородючі ґрунти). За даними регіональних центрів «Облдержродючість», таких земель нараховується майже 16 млн. га, у тому числі 12,9 млн. га – ріллі. Згідно даних агрохімічного обстеження ґрунтів сільськогосподарських угідь «Держґрунтохороною» протягом останніх десяти років скажімо на Київщині було 169,18 тис. га кислих ґрунтів – 21,15%, більшу частину площ займали землі з близькою до нейтральної – 215% і нейтральною – 312% реакцією ґрунтового розчину [4]. За результатами останнього туру агрохімічної паспортизації земель, порівняно з попереднім туром, середній показник вмісту рухомого фосфору збільшився на 19, а вміст обмінного калію – на 10 мг/кг. Найбільше відмічалось зростання показника рухомого фосфору та обмінного калію в ґрунтах лісостепових регіонів з інтенсивним веденням землеробства.

Виклад основного матеріалу. У зв'язку із зниженням показника внесення мінеральних добрив помітно знизилася забезпеченість ґрунтів зони Полісся макро- та мікроелементами. В порівнянні з попереднім туром агрохімічного обстеження земель середньозважений показник вмісту гумусу в межах діючого туру залишається аналогічним, але в поліських регіонах та в північній зоні Лісостепу має місце тенденція до зниження вмісту показника гумусу в ґрунтах. Для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в землеробстві області варто було б збільшити відсоток внесення органічних добрив, органо-мінеральних добрив нового покоління та розширити площі під багаторічними бобовими

травами [5].

Найвищий ступінь розораності сільськогосподарських угідь спостерігається в Херсонській області – 90,9 % (62,46 % території області) та Черкаській – 87,7 % (60,86 % території області). Найнижча частка ріллі характерна для Закарпатської області – 44,4 % (15,67 % території області) та Львівської – 62,9 % (36,37 % території області).

Структура сільськогосподарських угідь у цілому не завжди відображає реальний стан землекористування. Більш інформативною є характеристика економічно активних підприємств. Станом на 01.01.2016, за даними Держстату, в Україні налічувалося 47697 сільськогосподарських підприємств, що здійснювали свою діяльність на 19821,2 тис. га сільськогосподарських земель, з яких 19010,0 тис. га складала рілля. Отже, доля всіх інших видів угідь, крім ріллі, становить менш ніж 4,1 %. Така ситуація не дозволяє говорити про екологічну збалансованість сучасного землекористування. Особливо це характерно для фермерських господарств – доля ріллі 33682 господарств становить 96,84 % [6].

Додатковим показником розвитку деградаційних процесів ґрунтового покриву, перш за все водної та вітрової ерозії, є помітні зміни у структурі посівних площ основних сільськогосподарських культур. Стрімко зростають площі посівів під економічно вигідними, та мало фінансово затратними культурами, проте такими, що не забезпечують надійного захисту від ерозії культурами. Так, у порівнянні з 2015 роком, площі під соняшником у 2020 році зросли до 5170 тис. га (на 11,8 %), соєю – 2165 тис. га (100 %), кукурудзою на зерно до 4138 тис. га (на 53,1%). У той же час за аналогічний період площі під багаторічними травами різко зменшилися до 985 тис. га (на 23 %). Баланс поживних речовин практично у ґрунтах по всій Україні – від'ємний.

Тому потрібно створювати сприятливі умови для більш ефективної гуміфікації органічних матеріалів, що надходять до ґрунту: зменшення мінералізації органічної речовини та збільшення питомої ваги процесів гуміфікації завдяки глибокому заорюванню органічних добрив; внесення гною та рослинних решток разом з мінеральними добривами в рекомендованих дозах. Вагомим чинником відновлення родючості ґрунтів є удосконалення інформаційного, нормативно-правового та організаційного забезпечення.

Застосування мінеральних добрив у потрібних для живлення рослин нормах із дотриманням певного оптимального співвідношення між усіма елементами живлення є визначеною необхідністю для створення бездефіцитного балансу поживних речовин та відповідно і збереженню родючості ґрунтів.

Ґрунтовий покрив України у переважній більшості достатньо забезпечений майже всіма рухомими формами мікроелементів, які потребує рослина для свого росту і розвитку. За даними науковців, підвищений, високий та дуже високий вміст мікроелементу бору відзначаємо майже на 91% обстежених площ, кобальту – 77 %, марганцю – майже 69 %, міді – на 55 % відповідно. Крім того основна частина ґрунтів від обстежених площ відзначається низьким та дуже низьким показником рухомих форм цинку.

Територій, що забруднені рухомими формами свинцю і кадмію нараховують у межах 57 % і 50 % за результатами обстежених угідь і характеризується певною мірою слабким та помірним рівнем забруднення. Відносно концентрації гранично допустимої частки рухомих форм кадмію, то його відмічено лише на 7,6 тис. га, що становить 0,05 % від обстеженої площі.

Понад 90 % моніторингових угідь за показником щільності забруднення радіонуклідами це ґрунти, придатні для ведення різних родів діяльності без обмежень.

Для раціонального використання земельних ресурсів та дотримання міроприємств, щодо охорони та відновлення родючості ґрунтів, слід законодавчо визначити відповідальність землекористувачів і землевласників за раціональне використання.

Висновок. Отже, стан використання та охорони ґрунтових ресурсів характеризується як незадовільний і має тенденцію до погіршення, що потребує нових наукоємних підходів до ведення господарювання. Для створення системи моніторингового контролю за вмістом гумусу в ґрунтах слід створити чіткі нормативні документи, призначені для: запровадження статистичної звітності землекористувачами всіх форм власності; запровадження і ведення сівозмін; проведення та здійснення контролю за станом та якістю гумусу; встановлення нормативів стосовно термінів проведення моніторингових досліджень. Довготривала інтенсифікація і надмірна розораність призвели до загрозливого стану ґрунтів України. Основні причини зниження агрономічно важливих властивостей ґрунту – недостатнє внесення органічних та мінеральних добрив, водна і вітрова ерозія, переущільнення потужною важкою технікою. На території України налічується майже 57,5 % ґрунтів сільськогосподарських угідь, що піддаються різним видам ерозії і ці процеси не припиняються.

Список використаних джерел

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України. Мінагрополітики, Центрдержродючість, НААНУ, ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського, НУБіП, 2010. 113 с. Режим доступу: http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf
2. Панас Р. Сучасні проблеми зниження родючості ґрунтів України і перспективи її відтворення та збереження. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. 2013. Вип. II (26). С. 102–106.
3. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України // Мінагрополітики, Центрдержродючість, НААНУ, ННЦ ІГА ім. О.Н. Соколовського, НУБіП, 2010. 113 с. Режим доступу: http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2013/07/stan_gruntiv.pdf
4. Яцук І. П., Матусевич Г. Д. Агроекологічний стан ґрунтів київської області. Збалансоване природокористування. 2014. 1. С. 79–85.
5. Біологічний азот: монографія. В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон а ін. за ред. В. П. Патики. 2003. 424 с.

6. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України за результатами X туру агрохімічного обстеження земель. Київ. 2020. 208 с.

Михайло ВДОВИЧЕНКО⁴,
студент 3-го курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНОГО ОГІРКА У ЗАКРИТОМУ ҐРУНТІ ЗА ТРАДИЦІЙНОЮ ТА БІОЛОГІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

***Анотація.** У статті зазначено традиційну та біологічну технологію вирощування огірка у закритому ґрунті. Зазначено розчини якими проводили обробіток ґрунту після сходів. Внесення мінеральних, органічно-мінеральних добрив. Норма полива у різних технологій вирощування. Формування стебл, кущів в огірка. Дати настання основних фаз розвитку огірка за різних технологій вирощування. Тривалість фаз росту та розвитку огірка за різних технологій вирощування, доба.*

***Annotation.** The article mentions the traditional and biological technology of growing cucumbers in the closed ground. The solutions with which the soil was treated after germination were indicated. Application of mineral, organic and mineral fertilizers. Watering rate in different cultivation technologies. Formation of stems, bushes in cucumber. To date the main phases of cucumber development with different cultivation technologies. Duration of phases of growth and development of a cucumber at various technologies of cultivation, days.*

***Вступ.** На сьогоднішній день органічне виробництво є одним із перспективних напрямів розвитку агропродовольчого сектору України та офіційно визнано пріоритетом державної аграрної політики. Нині в Україні намітилася позитивна динаміка збільшення площ сільськогосподарських угідь, зайнятих під органічним виробництвом. Так, за останні десять років вони зросли в 1,7 рази (з 242,0 до 421,5 тис. га). Ємність внутрішнього ринку органічної продукції становить близько 22 млн. євро, а експортний потенціал оцінюється в 100 млн. євро. Стрімко збільшується кількість виробників органічної продукції, яка порівняно з 2005 р. зросла більш, як у п'ять разів і нині налічує близько 400 суб'єктів господарювання [1].*

Питання ефективності виробництва овочевої продукції є актуальним,

⁴*Науковий керівник – доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Паламарчук І.І.

оскільки воно дозволяє сформувати збалансований раціон харчування людини та забезпечити споживачів необхідними цінними вітамінами, амінокислотами та фітонцидами. Проте на перший план виходять питання не тільки кількісних характеристик продуктів харчування, а і якісних, оскільки особливо важливою є саме їх безпечність [2, 3].

Огірок – одна з провідних овочевих культур України. Науковообґрунтована норма споживання плодів на сьогодні не задовольняється, що пов'язано із зростанням попиту переробної промисловості на дану продукцію. Крім води, у складі огірка присутній кремній і калій, ці речовини підтримують здоров'я і тонус шкіри, блиск і силу волосся. Вміст корисних сполук йоду в складі огірка набагато більше, ніж в будь-якому іншому овочі, про це не варто забувати людям із захворюваннями щитовидної залози і судинної системи.

Огірок (*Cucumis sativus* L.) - однорічна овочева культура, представник сімейства гарбузових. Рослина має довге, ліаноподібне стебло, що в'ється. Стебло в окремих сортів і гібридів при деяких технологіях вирощування може досягати 6 метрів і більше [6].

Залежно від призначення, огірок збирають на різних стадіях розвитку. Для засолювання й маринування використовують дрібні плоди - пікулі (3-5 см), і середні - корнішони (до 9 см). Для споживання у свіжому вигляді придатні більш великі плоди, розмір яких становить 10-15 см [6].

Однією з причин незначної посівних площ органічного огірка є відсутність чіткої технологічної схеми вирощування порівняно з традиційною технологією. Значна кількість огірків, що вирощуються в Україні шкідливі для здоров'я людини. Насамперед цьому сприяють неправильний обробіток землі, пестициди, що використовуються для боротьби з бур'янами, отрутохімікати, які застосовуються для попередження розвитку різних хвороб та надмірне внесення традиційних мінеральних добрив [4, 5].

Виклад основного матеріалу. Технологія вирощування огірка у закритому ґрунті за традиційною технологією.

Після збирання попередника (огірок), який вирощувався в минулому сезоні у весняно-літньому і літньо-осінньому обороті проводили полицевий обробіток на глибину 25-30 см. Після обробітку формували валові грядки та вкладали крапельну стрічку.

При вирощуванні розсади насіння замочували на 4 години у комплексному природно-синтетичному препараті контактної-системної дії Вимпел з розрахунку 0,7 л/т. Пластикові касети наповнювали готовою торфосумішшю ТМ «Розквіт» Універсальний.

Після сходів проводили цілодобове штучне досвідчення протягом 3 діб, далі з 17:00 до 22:00 години. Полив розсади проводили дощуванням 1 раз на день. Через кожні 10 днів після сходів по чергові проводили обробіток розчином Первікур Енерджі та розчином Медян-Екстра для профілактики від грибкових хвороб. Кожні 5 днів з поливною водою вносили органічно-мінеральне добриво на основі гумату калію Rost концентрат універсальний (N5P5K5) у пропорції 1:500. За 1 добу перед висадкою розсади в ґрунт провели обприскування

розчином Епін-Екстра.

Відразу після висадки рослин був виконаний полив нормою 6 м³ /10 соток. Далі кожен день виконували полив з розрахунку 4-6 м³ /10 соток залежно від температурного режиму.

Після висадки розсади проводили обприскування рослин розчином Первікур Енерджі. Через 5-7 днів після висадки проводили другий обробіток розчином Епін-Екстра.

З кожним поливом вносили комплексні мінеральні добрива Master (N20P20K20) з розрахунку 0,75 кг добрива на 10 соток в день до фази цвітіння, з фази цвітіння - 1,25 кг добрива на 10 соток в день. Один раз на 10 днів додатково вносили органічно-мінеральне добриво на основі гумату калію Rost концентрат калійний (N5P10K15) з розрахунку 25 мл концентрату на 10 л води.

Для захисту рослин від шкідників і хвороб кожні 7-10 днів по чергово огірок обприскували препаратами Актофіт, Вертимек, Квадрис.

Огірок формували в одне стебло. Перші три листові пазухи засліплювали. Наступні 7-8 пазухах (на відстані до 1 метра від землі) зав'язі залишають, видаляючи тільки пасинки (бічні пагони першого порядку). Далі, вгору по головному стеблу, залишали і пасинки, прищипуючи їх після 2-го листка (всі зав'язі на них залишали, а пагони другого порядку видаляли). Після досягнення головним стеблом горизонтального шпалерного дроту, стебло обережно обмотують навколо неї декілька разів і опускають вниз. Коли стебло відростло на 1-1,5 м верхівку прищипували. Протягом вирощування огірка проводили механічне видаленні бур'янів та періодичне рихлення верхнього шару ґрунту в міжряддях.

Технологія вирощування огірка у закритому ґрунті за біологічною технологією. Попередником при вирощуванні огірка за біологічною технологією були однорічні трави на зелений корм. Після збирання проводили полицевий обробіток на глибину 25-30 см. Після обробітку формували валові грядки, вносили 5 кг компосту на 1м². Компост приготовлений із рослинних залишків з додаванням пташиного посліду.

При вирощуванні розсади використовували торф'яні горщики, які наповнювали готовою торфосумішшю ТМ «Розквіт» Універсальний із додаванням біогумусу ТМ «Каліфорнія» у співвідношенні 1:3, на одну частину біогумусу три частини торфосуміші. Після сходів проводили цілодобове штучне досвідчення протягом 3 діб, далі з 17:00 до 22:00. Полив розсади проводили за допомогою крапельної стрічки 2 рази на день. Розсаду висаджували в ґрунт у фазі 1-2 справжніх листів. За час вегетації проводили кореневе і позакорене підживлення.

Кореневе підживлення: I підживлення – через 15 днів після висадки – настій коров'яку. II підживлення – на початку цвітіння – трав'яний настій. III підживлення – під час масового плодоношення – настій золи. IV підживлення – під час масового плодоношення з метою продовження терміну плодоношення – хлібна закваска.

Позакореневе підживлення: Через 10 днів після висадки обробили розчином

з молочної сироватки з розрахунку 3 л робочого розчину на 10 м². Для приготування робочого розчину сироватку розвели з водою у співвідношенні 1:5. Обробку повторювали кожні 7-8 днів 3 рази.

Формування кущів огірка проводили шляхом осліплення п'яти листкових пазух, до висоти стебла 2 м – бокові пагони прищипують над другим листком. По досягненню основного пагона шпалери ліану приспускають на 0,5 м попередньо видаливши листи та бічні пагони, обережно скручуючи ліану біля основи куща та присипають землею, що дозволяє рослині збільшити площу харчування за рахунок нового коріння.

Результати досліджень. Посів насіння здійснювався одночасно 31.03.2018 р. Сходи у маточнику за традиційною технологією з'явилися протягом 4 діб, що на 2 доби раніше ніж у маточнику за біологічною технологією.

Таблиця 1

Дати настання основних фаз розвитку огірка за різних технологій вирощування

Фаза росту та розвитку	Традиційна технологія		Біологічна технологія	
	Початок	Кінець	Початок	Кінець
Утворення 1-го справжнього листка	17.04.2021	29.04.2021	17.04.2021	04.05.2021
Утворення 3-х справжніх листків	29.04.2021	28.05.2021	04.05.2021	16.05.2021
Цвітіння	28.05.2021	07.06.2021	16.05.2021	27.05.2021
Масове плодоношення	07.06.2021	18.08.2021	27.05.2021	18.08.2021

Як видно з наведених даних зазначених у таблиці 1 розсада на дослідній ділянці з традиційною технологією на 6 днів раніше наступила у фазу утворення 3-го справжнього листа. Проте у наступній фазі відзначалося сповільнення росту огірка на ділянці за традиційною технологією. Це було обумовлено тим, що після висадки розсади в ґрунт вона довго адаптувалась і призупинилась у рості. Натомість розсада на дослідній ділянці за біологічною технологією швидко адаптувалась після висадки в ґрунт та продовжувала розвиватися без затримок. Фаза масового плодоношення огірка на ділянці за біологічною технологією настала раніше на 12 діб.

Таблиця 2

Тривалості фаз росту та розвитку огірка за різних технологій вирощування, доба

Фаза росту та розвитку	Традиційна	Біологічна
Утворення 1-го справжнього листка	13	18
Утворення 3-х справжніх листків	30	13
Цвітіння	11	12
Масове плодоношення	73	84

Як вказано в таблиці 2 за рахунок використання регулятора росту на ділянці

з традиційною технологією тривалість фази утворення 1-го справжнього листа склала 13 діб, що на 5 діб менше ніж за біологічною технологією. Фаза утворення 3-х справжніх листів на ділянці з традиційною технологією тривала 30 днів, у той час, як на ділянці за біологічною технологією рослина пройшла цю фазу за 13 діб, тобто на 17 днів раніше. Така суттєва різниця пояснюється довгим процесом адаптування розсади при пересадці в ґрунт на ділянці за традиційною технологією. Тривалість фази цвітіння огірка на ділянці з традиційною та біологічною технологією була майже однакова і складала 11 та 12 діб відповідно. У фазі масового плодоношення на ділянці за біологічною технологією огірок перебував протягом 84 днів, тоді як на ділянці за традиційною технологією огірок перебував на 11 днів менше, тобто – 73 дні. Загальна тривалість вегетації огірка на обох дослідних ділянках склала 127 днів.

Висновок. За даними дослідів виявлено, що початок і кінець дат настання основних фаз росту і розвитку огірка при застосуванні біологічної технології вирощування є більш ефективним по відношенню до застосування традиційної технології вирощування, яке обумовлене тим, що після висадки розсади в ґрунт вона довго адаптується і призупиняється у рості. Розсада на ділянці за традиційною технологією висаджувалась у фазі 3-4 справжніх листів, це призвело до довгого процесу адаптування рослини після пересадки і в результаті значної затримки у проходженні фаз розвитку у порівнянні із біологічною технологією. Тривалість фази плодоношення на ділянці за традиційною технологією була менша від тривалості фази на ділянці за біологічною технологією на 11 днів. Зважаючи на вище викладене доцільніше висаджувати розсаду у фазу 1-2 справжніх листів.

Список використаних джерел

1. Опара Т. Органічне землеробство як необхідний етап при виробництві якісної та екологічно безпечної продукції в Україні / Т. Опара, О. Мороз // *Górnictwo i geologia*. 2011. Т.6. Zeszyt 1. S. 179–188.
2. Шкуратов О. І. Організаційно-економічні основи екологічної безпеки в аграрному секторі України: теорія, методологія, практика: монографія. К. : ДКС-Центр, 2016. 356 с.
3. Чудовська В. А. Фактори формування вітчизняного ринку органічної сільськогосподарської продукції / В. А. Чудовська *АгроСвіт*. 2012. № 18. С. 40–44.
4. Чайка Т. О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України : монографія. Донецьк : Вид-во «Ноушдж», 2013. 320 с.
5. Семендяєв М.А. Проблеми розвитку органічного овочівництва / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції Плеяда, 2017.С 92 – 94.
6. Технологія вирощування огірка в умовах захищеного ґрунту: <https://internet-kaplya.com.ua/news/tekhnologiya-viroshchuvannya-ogirka-v-umovakh-zakhishchenogo-gruntu/>.

Михайло ВДОВИЧЕНКО⁵,
студент 3 курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОРГАНІЧНЕ ВИРОЩУВАННЯ СУНИЦІ САДОВОЇ В УМОВАХ УКРАЇНИ

***Анотація.** У статті зазначено на яких ґрунтах був проведений дослід по вивченню суниці садової сорту Аліна. Внесення інноваційного біостимулятора суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст», а також суспензія живої хлорели «Старт», їх значення, спостереження та облік зимостійкості. Також наведено час випробування сортів суниці на дослідних ділянках. Цвітіння (початок і кінець), дозрівання (початок і кінець). Було наведено середній бал ступеня підмерзання, і перезимівлі генеративних утворень.*

***Annotation.** The article indicates the soil on which the study of strawberries of the garden variety Alina was conducted. Introduction of an innovative biostimulator of live chlorella suspension "Productive growth", as well as suspension of live chlorella "Start", their value, observation and accounting for winter hardiness. The time of testing strawberry varieties at the experimental sites is also given. Flowering (beginning and end), dosage (beginning and end). The average score of the degree of freezing and overwintering of generative formations was given.*

Вступ. На сьогоднішній день практично в усіх країнах світу цікавість викликає органічна технологія вирощування сільськогосподарських культур. Метою даної технології є отримання екологічно чистої продукції, зокрема овочевої, яка буде задовольняти потреби ринку.

Застосування органічної технології передбачає виключення або істотне зменшення норми мінеральних добрив і пестицидів. Прийоми органічного землеробства забезпечують раціональне використання природних ресурсів, мінімальне зниження (а в окремих випадках і підвищення) врожайності сільськогосподарських культур, в тому числі і плодово-ягідних за несприятливих природнокліматичних умов. Обов'язковим є дотримання сівозмін із чергуванням у них бобових культур з культурами, які характеризуються високою потребою в азоті. Ґрунт обробляють переважно без перевертання скиби. Боротьбу з бур'янами ведуть як за допомогою культур, розміщених у сівозмінах, так і проміжних культур, ущільнених посівів, покривних культур [1].

Вирощування органічної овочевої продукції має місце і в Україні. Однією із найпоширеніших ягідних культур, яка привертає увагу завдяки своїм смаковим якостям є суниця садова, продукція якої однією із перших надходить до столу споживача весною, а тому має бути високоякісною. В Україні валовий збір суниці садової становить близько 70 тис. т, а це вдвічі більше, ніж, в Ізраїлі та близько 6

⁵* Науковий керівник – доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Паламарчук І.І.

% від загального обсягу виробництва суниці садової в Європі. В Україні суниця донедавна займала перші позиції серед ягідних культур, і лише останнім часом дещо поступилася чорній смородині через зростання популярності останньої як адсорбента радіоактивних речовин [2, 3].

Ефективність виробництва суниці садової, а також асортимент і технології її вирощування визначаються цілою низкою чинників: ґрунтово-кліматичних, технологічних, організаційних, ринкових, макроекономічних тієї чи іншої країни або регіону, де вона росте.

Суниця садова (*Fragaria grandiflora*) – багаторічна трав'яниста рослина.

В Україні налічується близько 25 сортів які внесені до Державного реєстру. Найпоширеніші сорти Коралка, Біла ананасна, Лакстон нобль, Король Альберт Саксонський, Луїза, Рошинська, Люцида перфекта. Серед ягідних культур особливе значення належить суниці завдяки високим смаковим і поживним якостям плодів, ранньому строку досягання (друга половина травня – початок червня), швидкоплідності рослин (плодоносять у перший або другий рік вегетації) і щорічній високій урожайності. Ягоди відновлюють в організмі людини нестачу вітамінів, органічних кислот і корисних мінеральних солей, особливо потрібні вони дітям, літнім і хворим людям. Залежно від місця вирощування, погодних умов року, культури обробітку ґрунту та догляду за рослинами в ягодах міститься 50-120 мг/100 г вітаміну С (аскорбінова кислота), 350-750 мг/100 г Р-активних речовин, невелика кількість вітаміну В9, а також В2, Е, РР, К. У 100 г свіжих плодів у середньому міститься 126 мг калію, 85 – фосфору, 41 – кальцію, 28 – натрію, 22 – магнію, 13 – заліза, 8 мг йоду [4].

На душу населення виробляється дуже мало ягід суниці, біля 2 кг, що згідно фізіологічно-потрібних норм недостатньо. Ця норма за рекомендацією складає 5,5 кг.

В Україні вирощується 6 % світового об'єму виробництва суниці, причому 95 % цього обсягу вирощується населенням. Площа під суницею в нашій країні становить 33,8 тис. га і спостерігається тенденція до збільшення питомої ваги цієї культури до 30-40 % площ, займаних всіма ягідниками [4].

Урожайність суниці в основному визначається за здатністю закладати зародкові квітконоси, силі цвітіння і вагового врожаю ягід [6, 7]. Оптимальна реалізація продукційного потенціалу суниці зі середньою врожайністю повинна бути не менше 19 т / га. На Одещині середня врожайність цієї культури коливається в межах 9-11 т / га.

Залежно від сорту і умов вирощування ягоди суниці містять %: води – 80- 90; цукру – 4,5-10; кислоти – 1-1,6; азотистих речовин – 0,9-1,7; дубильних речовин – 0,16-0,25; білків – 0,8-1; масла – 0,6. Також ягоди містять фолієву кислоту (вітамін В9) 0,5-0,6 мг%, ефірні масла, пектин, фенольні з'єднання, антоціани, мікроелементи, сухі речовини – 5-24 мг; магній – 12- 18 мг; з'єднання кальцію – 28-42 мг; заліза – 0,6-10,9 мг; фосфору – 25-29 мг; міді – 0,01-0,03 мг; калію – 161 мг; натрію – 18 мг [4].

Виклад основного матеріалу. На ділянці де були проведені досліді основними ґрунтами є чорноземи південні малогумусні, важкосуглинкові. Об'єктом досліджень був сорт суниці садової зарубіжної селекції Аліна.

Варіантами досліду були: біопрепарат суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та суспензія живої хлорели «Старт». За контроль обрано варіант обробка водою. Дослід закладали у триразовій повторності. Рослини висаджували рендомізіровано по 50 рослин дворядковим способом, 30 x 30 см, а також з грядками висотою 25 см, шириною з відстанню по осях 140 см, та укритих поліетиленовою плівкою, з крапельним поливом; кількість рослин на 1 га складала 42000 штук.

Також на дослідні ділянки вносили суспензій хлорели для удобрення та підживлення суниці – це органічне та екологічно-безпечне добриво з лікувальними ефектами та інноваційний біостимулятор в якого розширений спектр дії, та який призначений для підживлення суниці при ґрунтовому вирощуванні.

Під час досліджень відмічали фенологічні фази росту та розвитку рослин суниці. За даними таблиці 1. у рослин суниці садової сорту Аліна раніше початок цвітіння у 2020 році відмічали на контрольному варіанті – 14.04, що на 11 діб раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 7 діб раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт». Початок цвітіння у 2021 році в контрольному варіанті розпочались пізніше – 26.04, що на 5 діб раніше порівняно за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 20 діб раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт».

У рослин суниці садової сорту Аліна кінець цвітіння розпочався раніше, у 2020 році відмічали на контрольному варіанті – 13.05, що на 3 доби раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 2 доби раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт». Кінець цвітіння у 2021 році на контрольному варіанті розпочався пізніше – 18.05, що на 2 доби раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 3 доби раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт».

За даними таблиці 1. у рослин суниці садової сорту Аліна раніше початок технічної стиглості у 2020 році відмічали на контрольному варіанті – 13.05, що на 3 доби раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та однаковий з варіантом із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт». Початок технічної стиглості у 2021 році в контрольному варіанті розпочались пізніше – 21.05, воно однакове із варіантом застосування біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 2 доби пізніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт».

У рослин суниці садової сорту Аліна кінець технічної стиглості у 2020 році розпочався раніше, як зазначено в контрольних варіантах – 29.05, що на 3 доби раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 1 добу раніше за варіант із застосуванням

біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт». Кінець технічної стиглості у 2021 році розпочався пізніше, як зазначено в контрольних відомостях – 7.06, що на 1 добу раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 3 доби раніше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт».

Таблиця 1

Фенологічні фази розвитку суниці садової сорту Аліна за використання біологічних препаратів, (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти досліджу	Цвітіння				Технічна стиглість			
	початок		кінець		початок		кінець	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Контроль, (обробка водою)	14.04	26.04	13.05	18.05	13.05	21.05	29.05	7.06
Суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст»	25.04	1.05	16.05	20.05	16.05	21.05	1.06	8.06
Суспензія живої хлорели «Старт»	21.04	16.05	15.05	21.05	13.05	19.05	30.05	10.06

Також було проведено облік зимостійкості та загального стану рослин під впливом лінійки таких препаратів як суспензії хлорели. За роки проведення даного дослідження, зимовий період характеризувався різними температурними режимами, що також в свою чергу негативно сказалося на стані суничних рослин.

Але в цілому метеорологічні умови в зимовий, а також в ранньовесняний період в 2020-2021 рр. були сприятливими для перезимівлі, а також без різких перепадів – підмерзання зазначені слабкі (до 1,2 бала); хоча і не суттєва, но була також різна ступінь перезимівлі генеративних утворень (до 1,2 бала), було встановлено на суниці садовій сорту Аліна, оброблених суспензією (Таблиця 2).

Також у досліджуваних варіантах зазначений слабкий ступінь підмерзання від 0,2 бала до 1,2 бали. Крім того ступінь перезимівлі генеративних утворень суниці садової сорту Аліна, також становить від 0,2 бали до 1,2 бали.

Протягом двох років досліджень спостерігалися зворотні весняні заморозки, які пошкоджують квітки і бутони, тим самим знижують врожайність суниці садової.

Під час досліджень відмічали облік зимостійкості суниці садової сорту Аліна. За даними таблиці 2. у рослин суниці садової сорту Аліна за ступенем підмерзання у 2020 році, контрольний варіант досліджу мав 0,5 бала, що на 0,7 бала менше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 0,3 бала менше за варіант із застосуванням

біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт». Ступені підмерзання у 2021 році за контрольним варіантом був 0,7 бала, що на 0,5 бала менше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та на 0,3 бала менше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт».

Ступень перезимівлі генеративних утворень в 2020 році за контрольним дослідним варіантом був 1,0 бал, що на 0,2 бала менше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та однаковий з варіантом із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт». Ступені перезимівлі генеративних утворень в 2021 році за контрольним дослідним варіантом був 0,2 бала, що на 0,8 бала менше за варіант із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» та однаковий з варіантом із застосуванням біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт».

Таблиця 2

Облік зимостійкості суниці садової сорту Аліна за використання біостимуляторів росту, балів, (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти дослідів	Середній бал			
	ступені підмерзання		ступені перезимівлі генеративних утворень	
	2020	2021	2020	2021
Контроль, (обробка водою)	0,5	0,7	1,0	0,2
Суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст»	1,2	1,2	1,2	1,0
Суспензія живої хлорели «Старт»	0,8	1,0	1,0	0,2

Висновок. За даними дослідів виявлено, що початок і кінець технічної стиглості при застосування контрольного варіанта є найефективнішим по відношенню до застосування біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст» а також до біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт». За ступенем підмерзання найефективніше використовувати обробку водою, яка по відношенню до застосування біологічного препарату суспензія живої хлорели «Продуктивний ріст», а також до біологічного препарату суспензія живої хлорели «Старт» є більш кращим проти підмерзання. Найкращими варіантами для перезимівлі генеративних утворень є контрольний варіант, а також біологічний препарат суспензія живої хлорели «Старт».

Список використаних джерел

1. Говорова, Г.Ф. Нові сорти суниці з комплексною стійкістю до грибних патогенів. Результати вивчення сортів овоч. и плодів. культур на Півн. Кав. для селекц. цілей: сб. науч. тр. з прикл. ботаніки, генетики та селекції. Л.: ВИР, 1985. Т.97. С. 96-100.

2. Зубов А. А. Генетичні особливості та селекція суниці: метод. Вказання. Мичуринск: ВНИИГ и СПР ім. И. В. Мичурина, 1990. 81 с.

3. Олена Н. Суниця: посадка і догляд, вирощування з насіння: <https://floristics.info/ua/statti/sad/2648-sunitsya-posadka-i-doglyad-viroshchuvannya-z-nasinnnya.html>

4. Вплив біостимулятора – суспензії хлорели на показники продуктивності суниці садової в умовах Півдня України: http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2965/1/Bobrovska_svbn.pdf

5. Основні технології вирощування суниці садової за різного ступеня інтенсифікації: <https://www.pro-of.com.ua/osnovni-texnologii%D1%97-viroshhuvannya-sunici-sadovo%D1%97-za-riznogo-stupenya-intensifikaci%D1%97/>

6. Ольга ВЛАСОВА Суниця садова: основні правила вирощування: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/12691-sunytsia-sadova-osnovni-pravyla-vyroshchuvannia.html>

7. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: https://pidru4niki.com/78604/agropromislovist/organichni_tehnologiyi

Євгеній ВІННИЦЬКИЙ⁶,

студент 3 курсу,

факультету агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ПРОБЛЕМА ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ. СУЧАСНИЙ СТАН, РИЗИКИ ТА СПОСОБИ ПОДОЛАННЯ

Анотація. У статті розглянуто поняття, деградація, ерозія, забруднення, засоленість та підкислення ґрунтів. Досліджено сучасний стан українських ґрунтів. Визначено проблеми деградації ґрунтів, ідею керування живлення рослин та особливості обробки ґрунтів в умовах зміни клімату, а також ризики деградації ґрунтів та способи їх подолання.

Abstract. The article considers the concepts of degradation, erosion, pollution, salinity and acidification of soils. The current state of Ukrainian soils to date has been studied. The problems of soil degradation, the idea of plant nutrition management, the peculiarities of soil cultivation in the conditions of climate change, as well as the risks of soil degradation and ways to overcome them are identified.

Вступ. Ерозія, забруднення, підкислення і засоленість ґрунту — дітища антропогенного впливу, недбайливого користування основного засобу сільськогосподарського виробництва[1]. За даними Держстату, структура ґрунтового покриття України становить 24 млн га, а окрім того Україна володіє 8%

⁶* Науковий керівник: Старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Броннікова Л. Ф.

світового запасу чорноземів та, на жаль, високим рівнем розораності ґрунтів. На додаток до цього — світова тенденція глобального потепління і, як наслідок, — зміна клімату, що характеризується підвищенням температурних режимів і зменшенням кількості опадів. Все це з року в рік призводить до деградації ґрунтів — до зазначених вище ерозії, забруднення, підкислення і засолення. Та не тільки це[4-5].

Виклад основного змісту. Деградація земель — це спрощення ландшафту (аж до формування пустель) і зниження його стійкості проти зовнішніх впливів. Деградації земель передують деградація ґрунтів. Під деградацією ґрунтів слід розуміти негативні зміни ґрунтової родючості, які базуються на таких факторах природної родючості, як вміст гумусу, структура, будова профілю й щільність, гранулометричний і хімічний склад, водноповітряний та температурний режими ґрунту, а також характер рослинності й мікробіологічної активності, які тісно взаємопов'язані[1,4].

Чому так актуально постала проблема охорони ґрунтів? Будучи компонентами дуже тонко збалансованих природних екосистем і знаходячись у динамічній рівновазі з усіма іншими складовими біосфери, в умовах інтенсивного використання, ґрунти часто втрачають свою природну родючість, деградують чи навіть цілком руйнуються. Природно, деградація ґрунтів і ґрунтового покриву має місце там, де наша діяльність може бути визначена як нераціональна, екологічно необґрунтована, невідповідна природному біосферному потенціалу конкретної території.

Протягом століть, а в деяких районах навіть тисячоліть, людина використовує ґрунти дуже ефективно, не тільки не руйнуючи їх, але навіть підвищуючи їхню родючість чи перетворюючи в родючі угіддя природно-марні землі. Водночас за історію людської цивілізації було безповоротно зруйновано і загублено більше продуктивних ґрунтів, ніж зараз розорується в усьому світі. Дві третини, якщо не три чверті, усіх сучасних орних ґрунтів піддаються різним деградаційним процесам, а щорічні безповоротні втрати орних ґрунтів світу сягають 6-7 млн. га. З них близько 1 млн. га відчужуються для не-сільськогосподарського використання, а 5-6 млн. га залишаються просто занедбаними внаслідок деградації і з часом перетворюються в пустелю[2].

Поміж основних причин деградації потрібно відзначити:

- патологію ґрунтового профілю та генетичних горизонтів (ерозія і дефляція, переущільнення поверхневих горизонтів, відчуження ґрунту з функціонуючих екосистем);
- порушення біоенергетичного режиму ґрунтів та екосистем (девегетація і дегуміфікація ґрунтів, ґрунтова та виснаження);
- порушення водного і хімічного режимів ґрунтів (опустелювання, зсуви, селі, вторинне засолення, природна і вторинна кислотність, переосушення);
- забруднення та хімічне отруєння ґрунтів.

Можна виділити такі основні фактори деградації земель:

- неоптимальне співвідношення земельних угідь (площу ріллі необхідно скоротити на 6-8 млн га);

- неоптимальна структура посівних площ;
- недостатньо обґрунтована земельна реформа, яка призвела до порушення агротехнологій і зниження родючості ґрунтів;
- недооцінка реальної загрози деградаційних процесів, їх нерозуміння в суспільстві, нездатність фермерів і агрохолдингів підтримувати родючість ґрунтів;
- нестача добрив на один гектар землі (низьке застосування органічних і мінеральних добрив, забезпеченість хімічними меліорантами), та, як наслідок — дефіцитний баланс біогенних елементів;
- відсутність ефективних механізмів виконання законів про охорону земель.
- відсутність об'єктивної ціни ґрунтових ресурсів, справедливого оподаткування і відповідного фонду коштів, необхідних для підтримки родючості ґрунтів;
- недостатній рівень державного управління земельними ресурсами, відсутність державної, обласних і регіональних програм охорони ґрунтів;
- не гармонізований з європейським моніторинг ґрунтового покриття.

З метою підтримки родючості ґрунтів та запобігання деградації потрібно:

- сприяти раціональному використанню властивостей ґрунтів;
- впроваджувати ресурсозберігаючі системи обробітку ґрунту як No-till;
- зменшувати пестицидне навантаження на ґрунт.

Охорона і раціональне використання ґрунтів - єдине ціле: це система заходів, спрямованих на захист, якісне поліпшення і науково-обґрунтоване використання земельних фондів. Охорона ґрунтів необхідна для збереження та підвищення їх репродуктивної функції, для підтримки стійкості біосфери[3].

З метою осучаснити інформацію про стан ґрунтів України та об'єднати всі інформаційні ресурси, в 2019 р. утворилося «Українське ґрунтове партнерство»[5].

Потрібно зважати: для агронома важливо, щоб належні умови були не лише в літні місяці, а і на період сівби та у вересні, оскільки в ці періоди спостерігається істотне збільшення денних температур і погіршення вологозабезпеченості, що знижує ефективність систем удобрення.

Отже, основні принципи концепції управління живлення рослин в сучасних умовах полягають у:

- створенні високого фосфатного фону;
- збільшенні глибини локалізації добрив;
- комбінованому застосуванні добрив з препаратами стрес-протекторної дії та біостимуляторами;
- дотриманні співвідношення елементів живлення;
- проведенні позакоренових підживлень.

Більше того, цільовим орієнтиром науковець називає створення фосфатного фону, адже за таких умов використання води на створення одиниці продукції за окремими культурами майже в 1,5-2 рази менше, що сприяє підвищенню ефективності азотних добрив. Слід пам'ятати, що погіршують живлення рослин і такі чинники, як підтягування карбонатів, засолення, що посилює антагонізм

елементів, і навіть залишки гербіцидів та інших ксенобіотиків.

Серед прийомів систем удобрення, які забезпечують покращення живлення рослин в сучасних кліматичних умовах, в Інституті ґрунтознавства і агрохімії визначають: інтегровані системи удобрення та збільшення глибини локалізації добрив. Перший передбачає поєднання внесення добрив, обробку насіння біопрепаратами і застосування біостимуляторів на гарному фосфорно-калійному фоні. Це забезпечує і живлення рослин, і покращення родючості ґрунтів. Тоді як збільшення глибини локалізації мінеральних добрив є обґрунтованим багаторічними дослідженнями прийомом для стимуляції кореневої системи рослин. Застосування стрес-протекторів, які сприяють збільшенню частки зв'язаної вологи, також доцільне на гарному мінеральному фоні.

Нині існує необхідність систематизації органів державного контролю. Адже правила регулювання здійснюються Земельним кодексом Закону України Про охорону земель, зокрема Законом про державний контроль, здійснення моніторингу ґрунтів. Але ці норми несистемно пов'язані між собою через відсутній механізм контролю. Таким чином, наразі досі відсутня інформація про якісний стан ґрунтів, без якої належне здійснення моніторингу неможливе. А що не менш важливо — відсутність єдиного підходу до визначення якісних показників ґрунтів. Необхідно внести ряд змін.

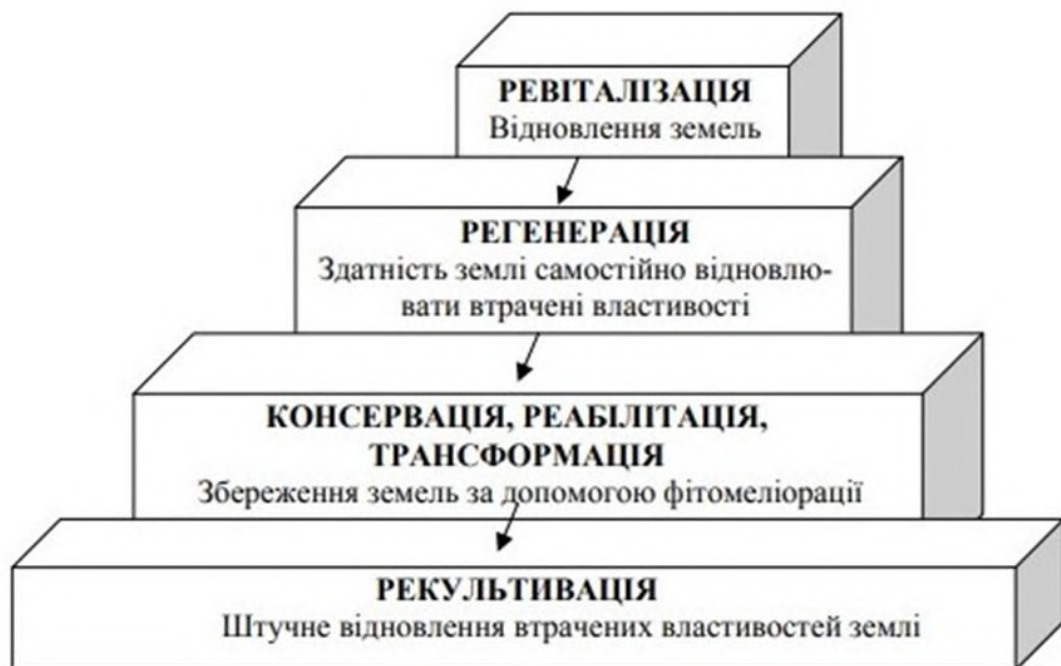


Рис. 1. Заходи щодо відновлення земель залежно від ступеня їхнього порушення

Висновки. Отже, охорона ґрунтів - це найгостріша глобальна проблема, з якою безпосередньо пов'язане відтворення біорізноманіття та забезпечення продуктами харчування населення планети. Нагодувати світ і при цьому зберегти планету — два ключових завдання сучасного сільського господарства, розв'язання яких ускладнюють сучасні кліматичні ризики. У підсумку викладеного варто зазначити, що наразі основними заходами для запобігання

деградації ґрунтів є: поширення ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту, внесення добрив повільного вивільнення, збільшення частки органічного виробництва, посилення контролю за незаконним розорюванням пасовищ і водоохоронних територій, відновлення лісосмуг, будівництво біогазових установок тощо.

Список використаних джерел

1. Мазур В.А. Панцирева Г.В, Копитчук Ю.М. Збереження родючості ґрунту за раціонального використання системи удобрення і норми висіву озимої пшениці. Сільське господарство та лісівництво. 2020. №17. Р. 5-14.
2. Yakovets L. Assessment of the ecological condition of agricultural soils in Ukraine. *Agriculture and forestry*. 2021. №22. Р. 186-195
3. Василенко М. Г., Зосімов В. Д. Роль органо-мінеральних добрив у підвищенні продуктивності сірих лісових ґрунтів. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 2. С. 45–49.
4. <https://ecolog-ua.com/news/vydy-prychyny-ta-factory-degradaciyi-zemel-antropogenni-ta-pryrodni-prychyny-degradaciyi>
5. <https://superagronom.com/articles/589-problema-degradatsiyi-gruntiv-suchasniy-stan-riziki-ta-sposobi-podolannya>

Віталій ГАВРИЛЮК⁷,

студент 3 курсу,

факультету агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

СТЕБЛОВИЙ МЕТЕЛИК В АГРОЦЕНОЗАХ КУКУРУДЗИ

Анотація. У статті розглядаються питання щодо шкідливості та біологічного розвитку кукурудзяного (стеблового) метелика. Метелик належить до найнебезпечніших шкідників кукурудзи у всіх зонах вирощування. В середині літа відбувається літ метеликів, тому слід моніторити посіви кукурудзи і, за наявності шкідників, проводити відповідний захист. Традиційні заходи регулювання чисельності фітофага – це біологічний метод (розкидання трихограми), агротехнічний (сівозміна, прийоми обробітку ґрунту) та хімічний (обробка посівів інсектицидами).

Ключові слова: кукурудзяний стебловий метелик, кукурудза, агроценоз, пошкодженість.

Annotation. The article considers the issues of harmfulness and biological development of the corn butterfly. The butterfly is one of the most dangerous pests of

^{7*} Навчальний керівник доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Окрушко С.Є.

corn in all growing areas. Butterflies fly in mid-summer, so corn crops should be monitored and protected against pests. Traditional measures to control the number of phytophages are biological method (scattering of trichogramma), agrotechnical (crop rotation, tillage techniques) and chemical (insecticide treatment of crops).

Key words: corn stalk butterfly, corn, agrocenosis, damage.

Вступ. Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання.

Кукурудза на зерно за площею посіву в світі посідає друге місце після пшениці, але значно перевищує її за врожайністю. Тому в світовому виробництві зерна валові збори зерна кукурудзи близькі до пшениці, а в окремі роки перевищують їх. В умовах ринкового виробництва кукурудза з кожним роком все більше завойовує позиції головної зернової культури.

Станом на 2018 рік на частку України припадає 3,03 % загальносвітового виробництва кукурудзи, у 2019 році обсяги виробництва зерна становили 35,8 млн тон. Також у відповідності з статистичними даними в 2019 році середня урожайність кукурудзи по Україні становила 7,19 т/га,

що значно більше середнього показника в світі та порівняно з багатьма країнами, які вирощують кукурудзу в значно більших об'ємах [1].

Глобальне потепління спричинило посилене розмноження і міграцію комах-шкідників сільськогосподарських культур. Багато комах з підвищенням температури швидко розселяються в тих регіонах, що раніше були для них недоступними через недостатню кількість тепла. У більш теплих кліматичних умовах комахи шкідники починають розвиватися в більш ранні періоди і пошкоджувати рослини, які не встигли зміцніти, що призводить до значних втрат врожаю [2].

Найнебезпечнішим шкідником зернової кукурудзи є стебловий (кукурудзяний) метелик, чисельність якого в останні роки невпинно зростає. Велику потенційну загрозу шкідника визначають широкий ареал його та здатність до накопичення значної кількості за відповідних агрокліматичних умов. Потепління клімату сприяє розповсюдженню цього фітофага також в північному Лісостепу та Поліссі, де до недавня зернова кукурудза масово не вирощувалася.

Виклад основного матеріалу досліджень. Посівні площі кукурудзи в Україні з року в рік розширюються, тому гостро стоїть питання захисту культури від шкідливих організмів. Зокрема, значної шкоди посівам кукурудзи завдає стебловий кукурудзяний метелик. Втрати врожаю зерна від нього істотні і становлять 12–15 %, а в роки масового розмноження – 20–50% [5].

Стебловий (кукурудзяний) метелик (*Ostrinia nubilalis* Hb.) належить до класу Комахи (Insecta), ряду лускокрилі, або метелики (Lepidoptera), родини вогнівки (Pyraustidae). Поширений у лісостеповій і на півночі степової зон України, а найбільшої шкоди завдає в західному Лісостепу. Пошкоджує близько 50 видів культурних і понад 100 видів диких рослин, зокрема кукурудзу, коноплі, соняшник, просо, рідко картоплю, горох, конюшину та інші культури. Останні більш як 5 років в Україні кукурудзяний метелик заселяв 6–79 %, зокрема в

лісостеповій зоні 76–87 % і більше площ кукурудзи [6].

Кукурудзяний стебловий метелик є гігрофільним та поліморфним організмом, із потребує для свого масового розвитку достатньої вологи (понад 200 мм та середньодобової температури 20 °С). Імаго стеблового кукурудзяного метелика літають вночі, вдень вони ховаються під листям. Активність метеликів, період відкладання яєць і плодовитість, ембріональний період, період перетворення лялечки в метелика залежить від умов живлення, температури повітря і від вологості повітря.

Літ метеликів, як правило, збігається в часі з початком викидання волотей кукурудзою. Самки відкладають яйця, розміщуючи їх купками по 15–20 штук, з нижнього боку листка, стадія яйця триває від 3 до 14 діб [7]. На чисельність гусениць стеблового метелика значно впливає плодючість самок та погодні умови в період відкладання і розвитку яєць шкідника. Після виплодження гусениці деякий час живуть на поверхні рослин і живляться паренхімою, а потім через піхву листків проникають у середину стебла, де живуть близько місяця. Вони здатні переселятися з одного стебла в інші. Температурний оптимум розвитку гусениць 23–28°C, нижній поріг відносної вологості 80 %. На час збирання врожаю гусениці перебувають переважно в нижній частині стебел. За ушкодженням стебловим кукурудзяним метеликом рослин зменшується маса врожаю, погіршується його якість, ускладнюється збирання культури, збудники грибкових і бактеріальних хвороб проникають у рослину [2].

Літ кукурудзяного метелика починався з 2-ої декади червня, а завершувався у кінці 3-ої декади липня, що збігається з початком викидання волоті кукурудзи. Метелик літає у сутінках та вночі, додатково живиться на різних квітучих рослинах на полі, де вирощується кукурудза і за її межами. Самки відкладають яйця купками, які нагадують краплину стеарину на нижній бік листків кукурудзи.

Стебловий метелик розмножується в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, в яких фактори зовнішнього середовища задовольняють його потреби. Це обумовлено спадковими особливостями виду, що сформувалися у процесі його еволюції, розвитку. Характерно, що в останні роки спостерігається позитивний динамічний характер як розвитку, так і розмноження фітофага в Україні. За всіх форм ведення господарств встановлена позитивна особливість впливу на стеблового метелика погодно-кліматичних факторів у часі і просторі. Зміна чисельності шкідника у часі проявляється у вигляді масових розмножень фітофага, що часто описується семирічним циклом. Зміна чисельності його у просторі проявляється у вигляді розширення ареалу цього виду в північних областях України [3].

Строк збирання кукурудзи не впливає на пошкодженість рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом, проте зі зміщенням строків збирання в бік більш пізніх підвищується інтенсивність пошкодження рослин цим шкідником; залежно від групи стиглості рослин кількість отворів збільшується на 0,6–1,4 шт. на одну рослину. Заселеність кукурудзи метеликом також суттєво не змінюється від строку збирання культури і становить 0,7–1,5 особини на рослину. Зі зміщенням строків збирання в бік пізніх протягом 20 днів гусениці кукурудзяного метелика

переміщуються в нижню частину стебла, залежно від групи стиглості рослин на 9,2–16,3 см, що збільшує ймовірність їх виживання в післяжнивних рештках. Тому, щоб обмежити чисельність кукурудзяного метелика, необхідно збирання врожаю культури проводити в оптимально ранні строки, зрізуючи стебло нижче рівня масового розміщення гусениць фітофага [4].

На стадії яйця для захисту кукурудзи від стеблового метелика використовують трихограму, але біологічна ефективність трихограми становить до 40 %. Низька ефективність трихограми є результатом розтягнутого в часі періоду відкладання яєць самками стеблового метелика та погодно-кліматичних умов. Враховуючи низьку біологічну ефективність трихограми, для проведення захисних заходів важливе значення має подрібнення стебел кукурудзи для знищення зимуючих гусениць шкідника та обприскування інсектицидами посівів кукурудзи в фазу викидання волоті – формування зерна.

Важлива роль у сучасному інтегрованому захисті рослин від шкідливих організмів належить хімічному методу.

Серед причин низької ефективності хімічних засобів захисту рослин від основних шкідливих видів є тривале застосування одних і тих же препаратів, прояв резистентності до деяких груп хімічних сполук, порушення технології їх застосування, вплив рН та жорсткість води при приготуванні робочих розчинів препаратів та інше.

У період масового відродження гусениць кукурудзяного (стеблового) метелика за перевищення економічного порога шкодочинності посіви слід обробляти інсектицидами. В «Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (2020)», проти цього шкідника зареєстровано такі препарати: Кайзо, в. е. (0,3 л/га), Децис ф–Люкс, к. е. (0,4–0,7 л/га), Карате 050 ЕС, к. е. (0,2 л/га), Карате Зеон 050 CS, м. к. с. (0,2 л/га), Кораген 20, КС (0,15 л/га).

Висновки і пропозиції. Найнебезпечнішим шкідником зернової кукурудзи є стебловий (кукурудзяний) метелик, чисельність якого в останні роки невпинно зростає. До найбільш ефективних способів захисту з метеликом на посівах кукурудзи відносять: вирощування стійких гібридів кукурудзи; установка феромонних пасток на посівах з червня по вересень; випуск трихограм; використання інсектицидів; збирання врожаю в стислі строки і на низькому зрізі та післязбиральне подрібнення залишків рослин дискуванням і подальше заорювання.

Список використаних джерел

1. Державна служби статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua.
2. Екологічні наслідки глобального потепління клімату в землеробстві. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ebooktime.net/book_17_glava_34_9.EK.
3. Деменко В. М., Власенко В. А., Ємець О. М. та ін. Стебловий метелик в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник СНАУ. Серія «Агрономія і*

біологія». 2013. Вип. 11 (26). С. 33–38.

4. Пошкодженість кукурудзи кукурудзяним метеликом залежно від групи стиглості гібриду та строків збирання культури. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf39/22.pdf>.

5. Дудка Є.Л., Пінчук Н.І., Солоний П.В. Інтегрований захист кукурудзи від шкідників і хвороб. *Захист і карантин рослин*. К. 2007. Вип. 53.С. 298–309.

6. Круть М. Успіх боротьби з кукурудзяним метеликом. *Пропозиція*. 2005. №4. С. 92.

7. Литвинов Б.М., Євтушенко М.Д. Сільськогосподарська ентомологія: *підруч.* К. Вища освіта. 2005. 511 с.

Юрій ГАРМАТЮК⁸

студент 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ РЕАКЦІЇ ҐРУНТОВОГО РОЗЧИНУ НА ПОКАЗНИК РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

Анотація. У статті наведено результати по ефективності застосування вапнування та обґрунтовано його вплив на ґрунти, що мають різний механічний склад. Для того, щоб встановити, який зв'язок між врожайністю і показником кислотності ґрунту, варто вказати, на які процеси впливає кислотність. Насамперед, від кислотності ґрунту напряду залежить прояв властивостей різних кислот, які надходять, формуються і перетворюються в ґрунті – саме від них залежить розвиток рослини. Багато рослин адаптуються і добре ростуть на слабокислих, нейтральних або слаболужних ґрунтах. А підвищена кислотність ґрунту, як відомо пригнічує корисну мікрофлору у ґрунтового середовищі, мінеральні добрива не завжди переходять в доступну форму, розвиток кореневої системи рослин відбувається дуже слабо, відповідно рослини гірше засвоюють поживні речовини. Сильнолужне середовище пригнічує засвоєння рослинами цілого ряду корисних елементів.

Anotation. The article presents the results on the effectiveness of application of lime treatment and its influence on soils with different mechanical composition. In order to determine the relation between yields and acidity of soils, it is necessary to state which processes influenced by the acidity of the soil. In the first place the acidity of the soil directly affects The manifestation of the properties of the various incoming acids formed and converted into the soil - it is on these that the development of the plant depends. Many plants adapt and grow well in slightly acidic, neutral or slightly

^{8*}Науковий керівник – старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Забарна Т.А.

alkaline soils. And soils that are too acidic are known inhibits the beneficial microflora in the soil environment, and mineral fertilisers doesn't always change into its available form, and the root system of the plant's root system develops very poorly, so the plant's nutrient uptake therefore, the plants take up less nutrients. Strongly alkaline soil inhibits the uptake of of a number of useful elements.

Вступ. Кислотність ґрунту - важливий показник якості . В даний час на садовому ринку величезний вибір готового садового ґрунту, однак, варто

знати, які якості повинен мати цінний, родючий ґрунт. Одним з найважливіших факторів, що визначають родючість ґрунту, є її структура. Структурний ґрунт - це той, в якому дрібні механічні частини з'єднуються (злипаються) і утворюють кластери, звані агрегатами. Їх розміри різні, але найбільш сприятливою з точки зору вирощування рослин є фракція діаметром 2-4 мм. Структура важлива, так як ґрунт, що характеризується сприятливою структурою, сприяє накопиченню дощової води, запобігає вилугуванню поживних речовин у ґрунтові води, забезпечує правильну аерацію ґрунту, підтримує правильну концентрацію корисних речовин - кислотність ґрунту. Такий ґрунт полегшує проростання і сходи рослин, дає можливість правильного розвитку коренів, збільшує просочування осадової води, що запобігає утворенню застою води після тривалих опадів. Наявність так званих ґрунтових агрегатів також знижує опір ґрунту під час її обробки і догляду, що знижує знос садових інструментів і машин. Структурний ґрунт також забезпечує сприятливі умови для розвитку біологічного життя, обумовлює правильний ріст і розвиток рослин, сприяє підвищенню стійкості ґрунту до водної та вітряної ерозії [1,5].

Кисла реакція ґрунтів несприятлива для більшості культурних рослин і корисних мікроорганізмів. Вона негативно впливає на процес формування родючості ґрунтів. Кислі ґрунти мають погані фізичні властивості. Через відсутність основ органічна речовина в цих ґрунтах не закріплюється, вони бідні на поживні елементи, не містять хлоридів, сульфатів, карбонатів, їх ґрунтова маса погано оструктурена. Отже, ступінь кислотності ґрунтів є важливим показником під час оцінки генетичної і виробничої якості ґрунту [2].

Оптимальний рівень кислотності сприяє покращенню стану ґрунту, нормою якого є мінералізація органічної субстанції з вивільненням азоту, фосфатів і сірки. Господарства, які мають здорові ґрунти, майже завжди відзначають негативний баланс по азоту поряд із високими врожаями, оскільки здорові ґрунти краще трансформують поживні речовини, ніж кислі або ґрунти з поганою структурою [3-5].

Виклад основного матеріалу. Як зазначають багато наукових джерел, що кислотність ґрунту — це його своєрідна властивість, що зумовлюється присутністю в ґрунтовому розчині іонів водню (H^+). Його можна відобразити через рН, так званий від'ємний логарифм концентрації водневих іонів. За загальноприйнятою класифікацією кислі ґрунти групують наступним чином: рН менше 7 — кислі ґрунти, нейтральні — близько 7, а лужні — понад 7. Саме кислотність вважають основою ґрунтової хімії та насамперед фактор, що впливає на активність у ґрунті елементів живлення, їх доступність та ступінь засвоєння

рослинами. Крім того показник рН впливає на роботу усієї ґрунтової біоти, в тому числі мікроорганізми, водорості, гриби.

Навіть в умовах сьогодення, на початку 21 століття, понад третина аграріїв точно не володіють даними по стану кислотності ґрунтів на власних посівних площах, а між іншим саме цей показник здатен помітно знизити показники продуктивності вирощування сільськогосподарських культур.

Враховуючи основні відомості про вплив кислотності ґрунтів, варто вказати, що рівень кислотності ґрунтів вище 9 або нижче, ніж 4 вважається токсичним для рослинних коренів. Тому для більшості рослин оптимальним буде значення кислотності ґрунту в межах 6,0-7,0 ватро зазначити також, що і доступність мікро- та макроелементів найчастіше найбільш доступні за умов кислотності ґрунту на рівні 6,6-6,9.

Розкислення ґрунтів скажімо, на одиницю значення показника кислотності (від 5,0 до 6,0) призводить до підвищення урожайності майже до 50%. Тому в нас прийнято ґрунти, які мають показник рН 5,5 і трохи вище не вапнувати. Але варто вказати, що основна частина культур реагують на вапнування вже в перший рік. Зокрема, кукурудза, яка є однією з основних вирощуваних сільгоспкультур. Доступність поживних елементів та їх накопичення в рослині також залежить від показника кислотності ґрунту, за кислотності (рН 4,0-5,5) алюміній, марганець і залізо досягають токсичного рівня концентрації, а, наприклад, поступання у рослину калію, фосфору, кальцію, сірки та магнію значним чином ускладнюється. при показнику ґрунтової реакції рН 7.5-8.5 такі елементи, як мідь, залізо, цинк, бор, стають менше доступними рослинам і саме через формування нерозчинних гідроксидів. Тому рекомендовано при проведенні різного роду меліоративних заходів, у тому числі й вапнування ґрунтів, насамперед проводити аналіз ґрунтів, крім того визначати забезпеченість NPK ґрунту та визначати потребу добрив з подальшим встановленням норми внесення.

Так, за підрахунками, ґрунтам Вінниччини для зниження кислотності на одиницю потрібно внести одноразово вапнякового матеріалу з перерахунком на СаО.

- для піщаних ґрунтів — 1,5-2,5 т/га СаО
- для суглинистих ґрунтів — 2-3,5 т/га СаО
- для глинистих ґрунтів — 3,5-4 т/га СаО

Дози вапна, що застосовують один раз на 6-8 років, т/га

рН	Механічний склад ґрунту			
	піщаний	супіщаний	суглинковий	глинистий
До 4,5	3,0	3,5	5,5	7,0
4,6	2,5	3,0	5,0	6,5
4,8	2,0	2,5	4,5	6,0
5,0	1,5	2,0	4,0	5,5
5,2	1,0	1,5	3,5	5,0
5,4-5,5	1,0	1,5	3,0	4,5

В подальшому кожні три роки треба додавати відповідно по 0,6-1,2 т/га та 1,5-1,8 т/га СаО та кожні 5 років на глинистих важких ґрунтах 2,5-3 т/га СаО. А для більшого досягнення ефекту, краще вапнування проводити осінню передуючи основному обробітку ґрунту.

З огляду на всі аспекти, що мають бути враховані при проведенні вапнування, розрахунок доз вапна проводять враховуючи механічний склад ґрунту.

Висновки. Отже, кислотність ґрунту обов'язково враховують при формуванні системи удобрення. Певна річ, для наших аграріїв за нинішніх економічних умов на пріоритетному місці стоїть вартість добрива. Показник рН також слід врахувати у плануванні системи живлення рослин.

Список використаних джерел

1. Кислотність ґрунту. https://agro-market.net/ua/news/tips_and_advice/kislotnost_pochvy/?gclid=EAIaIQobChMIrM7fg8Dy9QIVUQOLCh24mwWhEAMYAyAAEgLlafD_BwE
2. Ґрунтознавство. https://tdmuv.com/kafedra/internal/med_biologia/lectures_stud/uk/med/biol/ptn/%D2%90%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE/3_%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81/04.%D0%92%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96%20%D2%91%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D1%83.htm
3. М. Шмідт Поліпшити родючість ґрунтів за допомогою вапнування. 2020. <https://www.agronom.com.ua/polipshyty-rodyuchist-gruntiv-za-dopomogoyu-vapnuvannya/>
4. Цицюра Я.Г., Поліщук М.І., Броннікова Л.Ф. «Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів». Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Друк плюс». 2020. 676 с.
5. Бережняк М. Ф. Пасічник Н. А. Ґрунтознавство з основами агрохімії. Навчальний посібник. Національний університет біоресурсів і природокористування України. ЦП "Компринт". 2015. 423 с.

Тетяна ДЕШЕВА⁹,
студентка 2-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АДАПТИВНІСТЬ ЛІТНІХ СОРТІВ ЯБЛУНІ ДО ЗМІН КЛІМАТУ В ПРАВОБЕРЕЖНІЙ УКРАЇНІ

Анотація. У статті представлені опис та результати дослідів нових сортів яблуні літнього терміну досягання. В результаті були виділені сорти, які є високоадаптованими до умов Правобережного Лісостепу України в період потепління клімату і здатні давати високі врожаї. Спостерігали за сортами Папіровка (к), Ерлі Голд, Мантет, Пристіне. Досліджувані сорти відрізнялися за стійкістю до біо- та абіотичних чинників (8,5–9,0 балів), відзначалися високою скороплідністю (2–3 рік), нестабільним плодоношенням і різними темпами нарощування врожайності дерев у молодому насадженні.

Annotation. The article presents the description and results of experiments of new apple varieties of summer maturity. As a result, varieties were identified that are highly adapted to the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine during the warming period and are able to give high yields. Observed varieties Papirovka (k), Early Gold, Mantet, Pristina. The studied varieties differed in resistance to bio- and abiotic factors (8.5–9.0 points), were characterized by high early fruiting (2–3 years), unstable fruiting and different rates of tree yield growth in young plantations.

Вступ. Сьогодні, у вік великих технічних можливостей, видатних наукових винаходів у галузі хімії і біотехнології цілорічна доступність у торговельній мережі свіжих яблук стала звичним явищем. Але у садах України, як і в усьому світі, частка насаджень яблунь літніх сортів дуже незначна і продовжує скорочуватися. Розсадницькі господарства різних форм власності, зважаючи на низький попит на саджанці літніх сортів яблуні, зменшують обсяги їх виробництва. Тому під цими сортами у нових насадженнях триває скорочення площ. Так, у 2010 р. в Україні вироблялося 44,5 тис. шт. саджанців літніх сортів яблуні (0,7% від загальної кількості саджанців цієї культури), у 2015 р. - 18,5 тис. шт. (0,4%), у 2018 р. - 21 тис. шт. (0,7%). На ринках свіжої плодової продукції літні яблука є у невеликій кількості у липні–вересні. Вони переважно середньої товарної якості та представлені обмеженим набором помологічних сортів, серед яких домінують Папіровка, Мелба, Донешта, Ерлі Женева.

Виклад основного матеріалу. Протягом 2011–2018 рр. у Київській області досліджували чотири літні сорти яблуні: Папіровку (к), Ерлі Голд, Мантет, Пристіне. Дослідження відбувалося у незрошуваному насадженні первинного

⁹* Науковий керівник – професор кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вдовенко С.А.

сортівивчення, закладеному 2010 р. однорічками на підщепі 54–118 за схемою 4×3 м. Крона дерев сформована у вигляді веретеноподібного куща. Ґрунт дослідної ділянки — темно-сірий опідзолений легкосуглинковий. Міжряддя саду утримували під дерново-перегнійною системою, пристовбурні смуги — під гербіцидним паром. Агротехнологічний догляд за насадженнями виконувався відповідно до зональних рекомендацій. Аналізували метеорологічні елементи (температуру повітря, опади), які протягом 2011 – 2018 рр. було зафіксовано метеостанцією DAVIS Інституту садівництва НААН, розташованою у садовому масиві інституту (сmt Новосілки Києво-Святошинського р-ну Київської обл.). Закладання дослідів, обліки і спостереження, зокрема фенологічні, проводили відповідно до «Програми і методики сортівивчення плодових, ягідних і горіхоплідних культур» і «Методики державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні».

Період всебічного оцінювання сортів за погодними умовами був задовільним для росту і розвитку рослин яблуні й істотно відрізнявся від періоду сталого клімату (50 – 70 рр. ХХ ст.) і наступних 30 років, протягом яких, за даними доктора сільськогосподарських наук Т. Є. Кондаратенко, відбулося зростання середньорічної температури повітря на 0,6°C — переважно за рахунок потепління у січні та березні й збільшення щорічної кількості опадів на 17–20% за рахунок зимових місяців і вересня. Суттєве зростання суми ефективних температур на 5°C і вище та активних температур — на 10°C і вище порівняно з кліматичною нормою призвело до раннього початку цвітіння основних сортів яблуні та скорочення на 5 – 12 діб міжфазного періоду «закінчення цвітіння — знімальна стиглість плодів». Тенденція збільшення теплозабезпечення вегетаційного періоду в Київській області збереглася і в останні 8 років: середньорічна температура повітря становила 9,3°C, що на 1,9°C більше за кліматичну норму (7,4°C). Зимові та весняні місяці загалом стали теплішими на 2,4°C, літні — на 1,7°C, осінні — на 1,1°C. Найбільше потепління спостерігалось у квітні (на 2,8°C), березні (2,7°C) і січні (на 2,4°C). Сума активних температур (10°C і вище) за весь період вегетації становила 3257±545°C, що на 677°C більше за середні багаторічні дані та на 300°C більше, ніж у попереднє десятиріччя (2000–2010 рр.). Значно зросла щорічна сума активних температур, яка припадає на багаторічну дату настання знімальної стиглості плодів сорту Папіровка. Якщо у період 1981– 1990 рр. вона становила 1690±135°C, що на 60°C перевищувало кліматичну норму, то в 2011–2018 рр. вона досягла 2019 ±138°C і перевищила середні багаторічні дані на 389°C. Аналізований період характеризувався дефіцитом опадів. Їхня щорічна середня кількість становила 480±102 мм, що на 117 мм нижче за кліматичну норму та на 136 мм менше порівняно з періодом 1980– 2010 рр. Найбільше опадів випало влітку (166,8 мм), найменше — взимку (72,6 мм). У досліджуваній період рослини часто зазнавали дії стрес-факторів. Протягом 25±7 діб у літні місяці 2012, 2015, 2017 рр. денна температура повітря перевищувала 30°C. Це спричиняло термічний опік плодів, викликало послаблення фотосинтетичної активності листя.

Погодні умови зим аналізованого періоду загалом сприяли добрій

перезимівлі яблунь. Найнижча температура повітря ($-28,4^{\circ}\text{C}$ у лютому 2012 р.) спричинила лише слабе підмерзання тканин верхівок однорічних приростів у дерев Ерлі Голд і Пристіне. Усі сорти яблуні характеризувалися високою посухостійкістю за винятком Мантета. На деревах цього сорту в умовах дефіциту опадів листя скручувалося, жовтіло і до 17% його обпадало. Слабку стійкість до термічного опіку виявлено в дерев Папіровки та середню — в Мантета. За температури повітря $+35 \dots 37^{\circ}\text{C}$ на початку липня 2016 р. спостерігалися ознаки термічного опіку на 76% плодів Папіровки та 45% — Мантета. Реакція рослин Папіровки на високі температури повітря у червні– липні виражалася також у передчасній диференціації генеративних бруньок та їх подальшому інтенсивному розвитку, розпукуванні та цвітінні у серпні–вересні. В епіфітотійні роки дерева Ерлі Голд проявили високу польову стійкість до парші та борошнистої роси, Пристіне — повну польову стійкість до парші й вище за середню — до борошнистої роси. Листя і плоди Папіровки і Мантета уражувалися збудником парші в середньому ступені та в слабкому — борошнистої роси.

Отже, дослідження адаптивних властивостей рослин випробуваних сортів польовим методом показали, що високу стійкість до комплексу біо- та абіотичних чинників виявили рослини Ерлі Голд, дещо нижчу - Пристіне. Папіровка і Мантет в епіфітотійні роки були значно чутливішими до збудника парші. Найдрібніші плоди усі сорти сформували у 2015 р., гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за травень–липень саме в цьому році був найнижчим і дорівнював 0,39. Літній період 2013, 2014 і 2018 рр. за кількістю опадів був наближеним до багаторічної кліматичної норми, ГТК становив 1,12. Саме у ці роки яблука всіх досліджуваних сортів мали типову для сорту величину. Дерева поширеного в Україні сорту Папіровка, за даними І.К. Омельченка [13], формують плоди переважно середньої величини (120–140 г). У нашому досліді він виявився таким, що утворює яблука нижче середньої та середньої величини (за офіційною помологічною класифікацією) і за цією ознакою істотно поступається іншим випробовуваним сортам (табл. 3). На 9-річних деревах, крона яких опанувала відведений схемою розташування простір, найкрупнішими були яблука в найурожайнішого сорту Ерлі Голд (табл. 3). Одномірність його плодів становила 88%. Аналогічна реакція на кількість і розподіл опадів була в рослин сорту Пристіне.

Його яблука, як і Папіровка, відзначаються лише середньою одномірністю (64 і 60%). Дегустаційне оцінювання плодів, яке проводилося щороку відразу після збору врожаю (у період їхньої оптимальної споживчої стиглості) показало, що найкращими за зовнішнім виглядом і смаком є плоди Ерлі Голд і Мантета. Яблука Ерлі Голд у всі роки мали соковиту хрустку м'якоть відмінного смаку. Зовнішній вигляд і смак плодів Мантета, а також Пристіне оцінювали вищим балом у роки з більшою кількістю опадів у травні–червні. Так, в умовах змін клімату, що виражається у зменшенні кількості опадів (на 117 мм), зростанні середньодобової температури повітря у кожному місяці, підвищенні теплозабезпечення (на 398°C) вегетаційного періоду, скорішому накопиченні суми активних температур, необхідної для досягання врожаю яблук літніх сортів, відбувається прискорення настання і скорочення тривалості основних

фенофаз. Стрес-фактори літнього періоду помітно впливали на продуктивність ранніх сортів яблуні. Розмір і смак їх плодів, вирощуваних на богарі, були кращими у роки з достатньою кількістю опадів у травні–червні, з рівномірнішим їх розподілом у часі досягання. Більшу адаптивність до посушливих умов літа виявили рослини Ерлі Голд, які плодоносили стабільніше за інші сорти, формували вищу врожайність, а плоди відзначалися кращими споживчими якостями.

Висновки. Аналіз погодних умов, які склалися у Київській області протягом 2011–2018 рр., показав, що потепління клімату продовжувалося переважно за рахунок зимових і весняних місяців. Середньодобова температура повітря на 1,9°C перевищувала багаторічні кліматичні дані і на 0,8°C — дані за попереднє десятиріччя. Істотно зросла сума активних температур, яка припадала на основні фенофази розвитку рослин яблуні. Є дефіцит опадів і часта повторюваність стрес-факторів. За таких умов яблука літніх сортів досягали раніше за багаторічні дані на 15–19 діб. Рослини сорту Ерлі Голд виявили більшу адаптивність до змін клімату — вони менше за інші досліджувані сорти реагували на стрес-фактори пізновесняного та літнього періодів і плодоносили стабільніше, щорічно формували вищу врожайність плодів відмінних споживчих якостей. Ерлі Голд є перспективним для поповнення набору літніх сортів, придатних для виробничого випробування в Лісостепу України.

Список використаних джерел

1. Кондратенко Т.Є. Методика моніторингу ринку яблук. Садівництво. 2001. Вип. 1.
2. Кондратенко Т.Є., Барабаш Л.О. Ринок яблук в Україні. Садівництво по-українськи. 2014. № 16.
3. Poldervaart G. Climate change influences variety choice and quality. European fruitgrowers magazine. 2011. № 6.
4. Синельникова Н.В., Пахомов М.Н. Сезонная жизнь природы Верхней Колымы. Москва: Тов. научных изданий КМК. 2015.
5. Драгавцева И.А., Моренец А.С., Еремин Г.В. Изучение адаптивных реакций плодовых культур на изменяющиеся во времени и пространстве условия среды юга России. Науч. труды СКЗНИИСИВ. 2016. Т. 10.
6. Медведев В.А., Ильенко А.А. Зависимость сроков начала цветения древесных растений от изменения климатических условий на Черниговщине. Интродукция растений. 2018. № 3.
7. Thornton P. K. et al. Climate variability and vulnerability to climate change: a review — NCBI. 2014. № 20 (11).
8. Subedi C. Climate change is one major factors that affects the gen. Adx plant Agric Res. 2019. № 9 (1).
9. Створення і продуктивне використання інтенсивних насаджень яблуні: рекомендації. Київ: НЦ ААН «Плодівництво», 1997.
10. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под. общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999.

11. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Охорона прав на сорти рослин: офіційний бюлетень. Київ: Алефа, 2005. № 2. Ч. 2.

12. Кондратенко Т.Є., Кондратенко П.В. Фенологія яблуні (*Malus domestica* Borkh.) на Київщині в умовах зміни клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2005. № 1–2.

13. Омельченко І.К. Культура яблуні в Україні. Урожай. 2006.

Наталія ДЕШЕВА¹⁰,
студентка 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО АЗОТУ В ҐРУНТІ

***Анотація.** У статті представлені результати з фіксації азоту в ґрунті за допомогою зернобобових культур. Доведена економічна вигідність насичення сівозміни бобовими культурами. Зернобобові культури можуть формувати високі врожаї без застосування мінеральних добрив за допомогою симбіотичної азотфіксації. Приведені дані економічної та біологічної ефективності вирощування рослин, що досягається правильним введенням в сівозміну багаторічних бобових трав та зернобобових культур.*

***Annotation.** The article presents the results of nitrogen fixation in the soil with the help of legumes. The economic profitability of crop rotation saturation with legumes has been proved. Legumes can produce high yields without the use of mineral fertilizers with symbiotic nitrogen fixation. The data of economic and biological efficiency of plant growing, which is achieved by the correct introduction of perennial legumes and legumes in crop rotation, are given.*

***Вступ.** Зернобобові культури займають друге місце після зернових за валовими зборами і посівними площами у світовому землеробстві. Їх цінність для сільського господарства полягає в високому вмісті білка (22-35%), який є незамінним для харчування людей і годівлі сільськогосподарських тварин. Але найважливішою властивістю зернобобових культур є здатність зв'язувати атмосферний азот з подальшим його використанням для формування власної продукції і можливість залишати частину N_2 для наступних сільськогосподарських культур в даній сівозміні [1-3].*

^{10*}Науковий керівник - к.с.-г.н., доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Телекало Н.В.

Станом на 2020 рік українські аграрії відвели під сою 1409,09 тис. га, що на 167,1 тис.га менше, ніж у 2019 році. Урожайність сої в 2019 році становила 2,2 т/га, що на 1,3 т/га вище, ніж у 2020 році [1,4,5].

Виклад основного матеріалу. Присутність зернобобових культур в сівозміні загачує ґрунти органічною речовиною і біологічним азотом, підвищуючи їх родючість. Рослини цієї групи забезпечують позитивну дію на процеси відновлення ґрунтової родючості. На своїх коренях вони утворюють бульбочки – спеціалізовані структури, які містять азотфіксуючі бактерії. Вони отримали назву Біологічної фабрики азотних добрив завдяки свої здатності зв'язувати вільний азот з повітря, і перетворювати на доступну іншим рослинам форму. Зернобобові культури вважають найкращим попередником під зернові культури. З їх кореневими і поживними рештками в ґрунті залишається до 50-60 ц/га органічної маси, яка містить в собі 50-125 кг азоту, 10-20 кг фосфору і 40-70ткг калію. Бобові рослини в ґрунтово-кліматичних умовах України за вегетацію здатні засвоїти 125-380 кг/га азоту повітря [1,4].

За даними досліджень в умовах правобережного Лісостепу на базі Калинівської філії ПрАТ «Райз-Максимко» було описано розміри симбіотичної фіксації азоту ґрунту і наведено в таблиці 1. Найбільше азоту накопичують багаторічні трави люцерни та конюшини (3-6 ц азоту на рік). Однорічні бобові культури накопичують менше азоту (50-60 кг/га). Це пов'язано з коротким вегетаційним періодом і нетривалим терміном продуктивної азотфіксації. Дослідженнями встановлено що за допомогою азотфіксації зернобобові забезпечують 80-90% азоту, необхідного для отримання високих врожаїв.

Проаналізувавши таблицю можна побачити, що найменше азоту залишається після сої, квасолі, сочевиці і чини, на рівні еквівалентному до 270 кг/га аміачної селітри. Горох та кормові боби залишають 340 кг/га, а нут 500 кг/га селітри. Люпин здатний накопичити найбільше азоту, що становить в перерахунку більше 800 кг/га селітри.

Таблиця 1

Симбіотична азотфіксація зернобобовими культурами

Культура	Кількість фіксованого азоту (кг/га)	Залишки азоту в ґрунті (кг/га)	Еквівалентно аміачній селітрі (кг/га)	У вартісному виразі (грн.)
Соя	90-150	30-35	70-100	1820-2600
Горох	100-200	60-90	340	8840
Кормові боби	100-250	60-90	340	8840
Люпин	100-400	180	818	21268
Квасоля	60-80	60	270	7020
Сочевиця	80-130	60	270	7020
Чина	100-120	60	270	7020
Нут	80-120	100-120	500	13000

Бобові культури є найбільш ефективними і цінними сидератами. Одна тонна приораного зеленого добрива рівняється з внесенням 0,5 т/га гною. Заорювання сидератів підвищує вміст гумусу в ґрунті та збільшує доступність фосфатів для сільськогосподарських культур. В наслідок цього підвищується урожайність рослин, зберігається та покращується родючість ґрунтів. Після збирання однорічних бобових культур з подальшим заорюванням рослинних решток в ґрунт надходить 14-29 ц/га органічної речовини, в якій міститься 32-50 кг азоту. Люцерна і конюшина залишають після себе 47-73 ц рослинних решток, в яких міститься 96-167 кг азоту [5,6].

Вчений І. В. Камінський провів розрахунки, якими було встановлено, що при запровадженні сівозмін, в яких максимальну кількість площі займають зернобобові культури значно заощадить матеріальні ресурси для виробництва рослинної продукції [1]. В перерахунку на кількісні показники аміачної селітри заощадження будуть в межах 270-818 кг/га азотних добрив у фізичній масі.

Спираючись на його розрахунки та дані про ціновий діапазон добрив та їх потребу для рослин, було складено таблицю, в якій показано розмір заощадження матеріальних витрат виробників продукції рослинного походження станом на 28.01.2022р.

Таблиця 2

Витрати продукції рослинного походження станом на 28.01.2022р.

Культура	Потреба в аміачній селітрі (кг/га)	Біологічний азот еквівалентно аміачній селітрі (кг/га)	Потреба у внесенні азотних мінеральних добрив	
			кг	грн
Пшениця озима	400	270	130	3380
Пшениця яра	300	270	120	3120
Жито озиме	200	270	90	2340
Ячмінь ярий	150	270	120	3120
Кукурудза	400	270	130	3380
Соняшник	250	270	70	1820
Ріпак озимий	350	270	80	2080

****Вартість аміачної селітри – 26000 грн/т. на 21.12.2021***

З розрахунків можна побачити, що агротехнічне значення вирощування зернобобових культур відіграє велику економічну роль в системі сучасного землеробства. Після введення в сівозміну достатньої кількості багаторічних бобових трав та зернобобових сільськогосподарських культур застосування мінеральних добрив буде мінімальним.

Висновки. В сучасній системі землеробства агротехнічне значення зернобобових культур відіграє значну економічну роль. При наявності відповідних обсягів площі в сівозміні, зайнятої цими культурами значно підвищується родючість ґрунту та його біологічні властивості. За допомогою вирощування зернобобових культур можна значно заощадити матеріальні ресурси на вирощування культур. З мінімальним внесенням мінеральних добрив зменшується агрохімічне навантаження на ґрунт і дозволяє отримувати високоякісну сільськогосподарську продукцію, зберігати високу родючість ґрунту і не забруднювати навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. Камінський І.В. Значення зернобобових культур в біологізації сільськогосподарського виробництва. *Вісник Сумського нац. аграр. ун-ту*. 2011. № 1. С.27-33.
2. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / [В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О. В. Корнійчук].; за ред. В. В. Лихочвора, В. Ф. Петриченка. 3-тє вид., випр., доп. Львів : НВФ«Українські технології», 2010. 630 с.
3. Глущенко М.К., Крупко Г.Д. Особливості застосування сидерації та роль зелених добрив у підвищенні родючості ґрунтів. *Вісник НУБГЛ*. 2016. № 4. С. 20-28.
4. Черенков А.В., Шевченко М.С. Зернобобові культури – стратегічний фактор регулювання білкового балансу та родючості ґрунтів. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. № 11.
5. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Рослинництво. Частина II: навчальний посібник. Вінниця : Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 284 с.
6. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур: монографія. Вінниця : Твори, 2020. 192 с.

Анастасія КИРНИЧНА¹¹,
студентка 3 курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНІ

Анотація. *Стаття містить аналіз та опис селекційних процесів сої, яка є однією з перспективних культур сьогодення та вирізняється своїми гарними властивостями. Наведено перелік властивостей сої, які так приваблюють господарів до вирощування цієї культури на своїх полях. Представлено лідируючі області у вирощування сої та площі, які були зайняті цією культурою у 2020/2021 роках. Висвітлено декілька підприємств, що займаються вирощуванням сої на насінні цілі. Також описано декілька сортів сої, придатних до вирощування в Україні.*

Annotation. *The article contains an analysis and description of selection processes of soybean, which is one of the most promising crops today and has good properties. The list of properties of soybeans which so attract owners to cultivation of this culture in the fields is resulted. Leading provinces in soybean cultivation and areas occupied by this crop in 2020/2021 are presented. Several enterprises engaged in soybean cultivation for seed purposes are highlighted. Several soybean varieties suitable for cultivation in Ukraine are also described.*

Вступ. Соя культурна— однорічна трав'яниста культурна рослина, яка належить до родини бобових. Її походження- Південно-східна Азія, поширена в таких країнах як Китай, Індонезія, Японія, США, Австралія, Корея, Україна— в Лісостепу і Степу.

Хімічний склад сої досить різноманітний. У насінні цієї культури міститься: 35—45 % білків, 17—25 % олії, 1—2 % лецитину, 5—6 % зольних речовин та вітамінів. З насіння виготовляють борошно, олію, крупи, соєве молоко, сурогат кави тощо. З зелених бобів — різноманітні страви, консерви. Використовують також на корм худобі. Крім того зелену масу використовується для виробництва біопалива.

Головний протеїн сої — гліцидин при закисанні має здатність згортатися, що дає змогу виготовляти з насіння і бобів велику кількість різноманітних продуктів харчування. Медициною встановлено, що в продуктах харчування із сої є антисклеротичні речовини, які особливо важливі для людей похилого віку [6].

Висока цінність сої визначається, перш за все, великим вмістом повноцінного білка, який за вмістом амінокислот наближається до білків тваринного походження. Соєвий білок добре засвоюється людьми і тваринами.

¹¹*Науковий керівник – старший викладач кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Мазур О.В.

Основна частина. Виходячи з посівних площ і валових зборів зерна, соя є головною зернобобовою культурою у світі. Вирощують її більше, ніж 40 країн світу на загальній площі понад 50 млн га. Таке значне поширення сої пояснюється її універсальним використанням як важливої культури для продовольчих, технічних і кормових цілей. Це зумовлено сприятливим поєднанням у насінні органічних і мінеральних речовин [1].

Посівні площі вирощування сої постійно збільшуються. Вона має велику потребу у кількості вологи, тому основні площі її вирощування розташовується у соєво-кукурудзяному поясі, до якого належить зона Лісостепу, яка налічує 9 адміністративних областей: Вінницька, Київська, Полтавська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Черкаська та Чернівецька; райони Степу з лісостеповими умовами: Кіровоградська, Дніпропетровська, Одеська та Миколаївська області; області Полісся з лісостеповими умовами: Житомирська, Чернігівська, Рівенська і Волинська, південні райони яких належать до Лісостепової зони. Це велика територія з придатними ґрунтами, тепловими, світловими і водними ресурсами, а також тривалістю вегетаційного періоду [2].

За даними української державної статистики, посівні площі сої в Україні становили 1,28 млн га у 2021 році. В таблиці 1 вказані площі вирощування сої у різних областях України.

Таблиця 1

Лідери по вирощуванні сої серед областей України станом на 2020/2021 роки

№	Область	Площа, га
1.	Житомирська	3137,3
2.	Хмельницька	1969,6
3.	Рівненська	1881,4
4.	Полтавська	1103,7
5.	Тернопільська	718
6.	Київська	624,9
7.	Сумська	450,6
8.	Львівська	320,5
9.	Черкаська	262,5
10.	Вінницька	227,5

У вище наведеній таблиці ми бачимо, що лідером у вирощуванні сої в Україні є Житомирська область, площі посіву сої тут становлять 3137,3 га, Вінницька область знаходиться на 10-му місці.

В Україні перші досліді із соєю в селекційному напрямку провів у 1874 році український агроном І. І. Подоба, який розмножував жовте насіння сої на Херсонському дослідному полі, а потім у господарстві «Асканія Нова».

Наприкінці минулого століття відбулося нове відродження інтересу до сої у зв'язку з творчістю І.Є. Овсинського, який у 1893 році привіз із Китаю кілька зразків сої. Протягом шести років І.Є. Овсинський відбирав ранні сорти сої шляхом селекції, з яких сорт з чорним насінням дозріває за 107-110 днів, а з бурих – за 100 днів.

Таблиця 2

ТОП-10 підприємств, що займаються виробництвом насіння сої

№	Підприємство	Площа під виробництвом насіння, га
1.	ТОВ «А. Т. К.»	3096,3
2.	ТОВ «АКРІС АГРО»	2074,4
3.	ТОВ «Прогрейн Укр»	1157,44
4.	ТОВ «Астарта Сервіс»	979
5.	ТОВ «Дунай Агро»	371,8
6.	Приватне агропромислове підприємство «агропродсервіс»	313
7.	ПП «Західний Буг»	302,5
8.	ПП «Аграрна компанія 2004»	268
9.	ТОВ «Рост Агро»	239,2
10.	ТОВ «Агро Форте»	220

Широкі дослідні і виробничі посіви сої в Україні розпочаті лише в 1926 р. Було розпочато селекційну роботу з соєю на таких дослідних станціях: Синельниківській, Білоцерківській, Красноградській, Харківській, Чернівецькій, Українській дослідній станції олійних культур, що на Кіровоградщині [3].

Наразі 51 підприємство займається виробництвом насіння сої на загальній площі 11018,13 га. Велику кількість площ (81,88%) становлять підприємства ТОП-10 з найбільшою часткою 28,1% у ТОВ «А.Т.К.». В таблиці 2 зазначені лідери-оригінатори сої.

Генетики Америки вважають, що соя походить від однієї або двох форм, які несуть по 20 хромосом, хоча нині такі предки не описані. Японський генетик К. Карасава стверджує, що культурна соя виникла із дикої шляхом нагромадження мутацій без зміни кількості хромосом. Я. Фукуда ж допускає, що процес еволюції йшов наступним шляхом: соя- це природний тетраплоїд із цитологічно функціональною диплодією. Із цього отримуємо, що гібридне розщеплення відбувається на диплоїдному рівні, й кожна хромосома генома знаходиться у подвійному наборі.

На перших етапах окультурення люди збирали насіння сої із кращих рослин методом добору, розмножували його, хоча ці рослини мали багато спільного з дикорослими, робили перші кроки у її вирощуванні. У ті часи завдяки діяльності людини з'явилися кращі форми її рослин, значно продуктивніші, з більшим розміром насіння, менш витким і потовщеним стеблом, дружнішим дозріванням.

Нині стабільному збільшенню посівів та виробництва сої в Україні сприяють значні досягнення селекціонерів, які створили високоврожайні сорти, адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних зон. Майже половина успіху вирощування сої залежить від правильного вибору сорту сої [5].

Таблиця 3

Сорти сої занесені до Державного реєстру у 2021 році, районовані до вирощування в умовах українського Лісостепу.

№	Сорт	Час достигання	Урожай- ність, т/га	Вміст білка, %	Вміст жиру, %	Тривалість вегетаційного періоду, діб
1.	ОАЦ Аклайм	Від раннього до середнього	2,93	40,1	21,3	114
2.	Фантазія	Від дуже раннього до раннього	2,37	40,6	19,9	106
3.	ЕС Профестор	ранній	2,91	42,3	21	111
4.	ЕС Башелор	ранній	2,68	44,7	18,6	112
5.	ЕС Луксор	Від дуже раннього до раннього	2,68	40,9	21,4	111
6.	ЕС Шанцеллор	ранній	2,88	39,9	21,3	110
7.	Серенада	Від раннього до середнього	2,49	41,7	18,9	114

Поява нових високоврожайних сортів сої дозволила не тільки розширити площі вирощування, а й отримати високий урожай. Введення та поширення сортів значною мірою залежить від їх біологічних особливостей та умов середовища. Тому кожен сорт необхідно вирощувати в тому регіоні чи зоні, де найвища реалізація біологічного та генетичного потенціалу його продуктивності.

Проаналізувавши Державний реєстр сортів рослин, які придатні для вирощування в Україні, було знайдено декілька сортів, занесених у реєстр у 2021 році [7]. (див. табл.3)

Всі показники господарської придатності представлені для умов Лісостепу.

З таблиці 3 бачимо, що найбільш урожайними сортами є- ОАЦ Аклайм та ЕС Профестор, натомість сорти ЕС Луксор, ОАЦ Аклайм та ЕС Шанцеллор виділяються найвищим вмістом жиру. Найбільший вміст білку спостерігаємо в сорту ЕС Башелор.

Висновки. Отже, вивчення та правильне використання сортів сої має важливе значення для отримання високих та якісних урожаїв. Аналіз сортів сої показав, що в умовах України можна вирощувати сорти різних груп стиглості, що буде забезпечувати урожайність від 2,5 до 3 т/га.

Список використаних джерел

- 1.Гордійчук Н. Соя – стратегічна культура у світі та Україні : досвід вирощування країн лідерів. *Агроном*. 2015.
- 2.Кондратюк С. Мистецтво вирощування сої. *Агроном*. 2015.

3. Бабич А.О. Селекція і виробництво сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.
4. Січкач В.І. Стан і перспективи селекції сої в Україні. *Зб. наук. праць ЛНАУ*. Луганськ. 2002. № 20 (32). С. 7-14.
5. Білявська Л.Г. Сучасні напрями та завдання в селекції сої. *Вісник ПДАА*. 2009. № 2 с. 38-40.
6. Білявська, Л.Г. Джерела адаптивних ознак сої та їх використання в селекції. *Збірник наук. праць СГІ – НЦНС*. Одеса СГІ – НЦНС. 2007. Вип. 10 (50). С. 184–188.
7. Caldwell B.E., Howell R.W, Judd R.W., Johnson H.W. Soybeans: Improvement, Production, and Uses. *Number 16 in the series FGRONOMY*, 1973, p.127, p. 140.
8. Падаючий тренд. Чому соя втрачає позиції у посівних площах України? URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/padaucij-trend-comu-soa-vtracae-pozicii-u-posivnih-plosah-ukraini>
9. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>

Анастасія ЗДОВБИЦЬКА¹²,
студентка 4 курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПОНЕНЦІЙНОГО РОСТУ БАКТЕРІЙ В БЕЗПЕРЕРВНІЙ КУЛЬТУРІ, ХЕМОСТАТІ ТА ТУРБІДОСТАТІ ТА ОПИС РОЗВИТОК СИНХРОННИХ КУЛЬТУР

Анотація. Сучасне землеробство стрімко розвивається застосовує все новіші способи для підвищення врожайності, та шукає для цього інноваційні заходи. Водночас проводяться різні дослідження із використанням бактерій у технологій. Саме вони здатні розширити знання про ведення сільського господарства у 21 столітті. Яскравим прикладом - є використання інокуляції рослин, коли крім звичного для нас застосування інокулянтів на бобових культур, інокуляцію проводять на посівах різних рослин. Наприклад, почали застосовувати розселення бактерій у кукурудзі, для отримання більш високих врожайів. Для цього використовували види бактерії *Bacillus atyloliquefaciens* і *Trichoderma virens*. Що дані мікроорганізми сприяло збільшенню доступності поживних речовин, також ці бактерії перетворюють органічні фосфорні сполуки у ґрунт, які були недоступні для рослин, в мінеральні форми, завдяки цьому збільшувався ріст кореневої системи. Проте, не до кінця в'яснено як

^{12*}Науковий керівник: кандидат с.-г. н. доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин. ВНАУ Коваленко Тетяна.

швидко можуть збільшувати свою популяцію бактерій при різних умовах, та яке буде доцільне застосування бактерій, на посівах кукурудзи. Для цього застосовують лабораторні методи за якими проводять розрахунки.

Мета роботи полягає у аналізі швидкості росту за різних умов та за використанням різних методів. А саме дослідження експоненційного росту та його графічне зображення. Також розглянути ріст бактерій в безперервній культурі за двома методами у хемостаті та турбідостаті. Описати розвиток синхронних культур. Для розуміння як проходить процес росту бактерій, та яким чином працюють інноваційні технології у застосуванні бактерій.

Abstract. Modern agriculture is developing rapidly, using newer ways to increase yields, and is looking for innovative measures. At the same time, various studies are being conducted using bacteria in technology. They are able to expand the knowledge of agriculture in the 21st century. A striking example is the use of plant inoculation, when in addition to our usual use of inoculants on legumes, inoculation is carried out on crops of different plants. For example, the settlement of bacteria in corn began to be used to obtain higher yields. Two bacteria, *Bacillus amyloliquefaciens* and *Trichoderma virens*, were used for this purpose. To help increase the availability of nutrients, these also released phosphate into the soil, which was inaccessible to plants, thereby increasing the growth of the root system. However, it is not fully understood how quickly bacteria can increase their population under different conditions, and bacteria what will be the appropriate use of bacteria in maize crops. To do this, there are certain laboratory methods that are used for calculations.

The aim of the work is to analyze the growth rate under different conditions and using different methods. Namely, the study of exponential growth and its graphic representation. Also consider the growth of bacteria in continuous culture by two methods in hemostat and turbidostat. Describe the development of synchronous cultures. To understand how the process of bacterial growth takes place, and how innovative technologies work in the use of bacteria.

Вступ. За допомогою експоненційної та лінійної регресії можна зрозуміти кореляції у відношенні на прикладі впливу на формування сухої речовини із використанням інокуляції, та без застосування. Ріст бактеріальних культур найчастіше визначають експоненційним зростанням. Його використовують для того щоб проаналізувати як клітина накопичує масу, координувати цей процес, спостерігати над постійною реплікацією хромосоми та фізичними поділом. За допомоги використання методу безперервної культури, можна передбачити стійкі концентрації бактерій і субстрату в культурі, та як вони можуть змінюватися із зміною середовища. Безперервне культивування розглядається в умовах хемостату та турбідостату. Ріст у хемостаті контролюється концентрацією шляхом підтримання одного чи іншого субстрату. Ріст у турбідостаті ґрунтується на врегулюванні популяції шляхом швидкості потоку середовища. Метод синхронних культур дозволяє відокремлювати найменші клітини від культури. Цей метод дозволяє проаналізувати культуру бактерій на одному етапі розвитку.

Виклад основного матеріалу. Розмноження бактерій це поділ на дві дочірні клітини у процесі, який має назву бінарний поділ. За умов, що не було ніякого

впливу на поділ, отримуються дочірні клітини які генетично ідентичні вихідній клітині. Проте, дві дочірні клітини можуть і не вижити, однак, якщо кількість клітин які вижили перевищило одну клітину, то популяція бактерій зазнає експоненційного зростання. У аутокологічних дослідженнях ріст бактерій моделюють за допомогою чотирьох фаз: Лаг-фаза, логарифмічна фаза або експоненціальна фаза, нерухома фаза та фаза смерті [6].

Експоненційна фаза – це фаза яку найчастіше використовується у дослідженнях. Загалом, це період коли відбувається подвоєння клітини. За час цієї фази підраховують кількість нових бактерій, які з'являються за одиницю часу, пропорційній нинішній популяції. Якщо зростання не обмежене будь-яким чинником то подвоєння буде тривати із постійною швидкістю, та із подвоєнням з кожним наступним періодом в часі. Для характеристики цього періоду створений натуральний логарифм. Де нахил лінії – це питома швидкість росту організму, яка є мірою кількості поділів клітини за одиницю часу. На нахил лінії в графіку впливає скільки дочірніх клітин виживає у популяції [3, 2].

Експоненційний ріст можна зобразити графічно. Для цього на осі ординат відкладають кількість клітин, яка росте експоненційно, а на осі абсцис – період росту клітин в часі, внаслідок цього отримується експоненційна крива росту (рис. 1) [7].

За таким визначенням ми отримуємо середнє значення. Так як у будь якій популяції будуть міститися клітини, які будуть не здатні до поділу, тобто дефектні. Саме через це у природньому середовищі кількість генерації буде трохи менша за розраховану. Для точного розрахунку проводять інші методики, із використанням знань про експоненційний ріст бактерій.

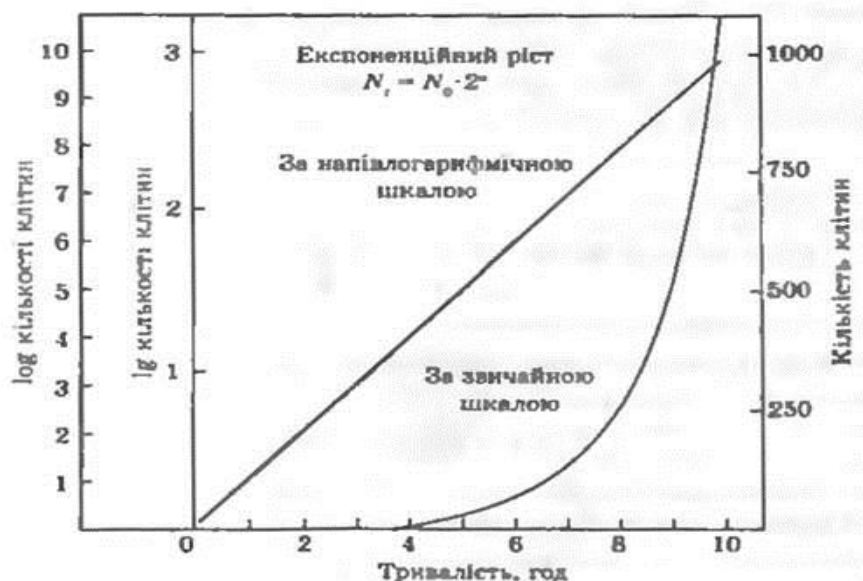


Рис. 1. Експоненційний ріст бактерій. У залежності кількості клітин від тривалості вирощування.

Безперервна культура – це система, відкритого типу, яка прагне досягти динамічної культури. Метод цього культивування полягає у тому, що у ферментатор де будуть вирощуватися бактерії, протягом всього часу буде

надходити з однаковою швидкістю свіже поживне середовище та одночасно відводитиметься культуральна рідина, яка містить в собі продукти метаболізму та бактеріальні клітини. Завдяки такому культивуванню досягаються умови коли за сталій концентрації субстрату та інших незмінних умов, клітини будуть тривалий час перебувати у фазі експоненційного росту. Для дослідження безперервної культури використовують хемостат та турбідостат [5]. У режимі вирощування культури у хемостаті повинно відбуватися постійна підтримка середовища у якому вони вирощуються. Для того щоб виростити культуру бактерій у хемостаті, необхідно підтримувати постійні умови:

1. Температуру: посудину із безперервною культурою необхідно постійно контролювати за допомогою зовнішнього термостату, або поміщати посудину у водяну баню.

2. Змішування культури: важливо спостерігати за хемостатом, для переконання в тому що на стінках не утворюється зростання. Якщо було помічено початок наростання, необхідно збільшити швидкість перемішування. Однак, якщо біоплівка вже сильно розвинена на стінках необхідно повторити експеримент із більшою швидкістю мішалки.

3. Парціальний тиск O_2 : повинен підтримуватися шляхом постійного барботування культури повітрям або газовою сумішшю що містить O_2 чи зміною швидкістю змішування.

4. Значення рН: потрібно підтримувати за допомогою електрода та додаванням лугу.

Якщо при вирощуванні культури були дотримані ці правила, та швидкість росту і швидкість розбавлення середовища були однаковими, то можна uważати що втрати які відбулися при вимиванні клітин та прирості біомаси є врівноваженими. Це означає що зміна дорівнюватиме нулю, а біомаса залишиться стабільною. Культура під час цього буде у стані динамічної рівноваги. З огляду на це можна спостерігати за культурою та як впливає на неї лімітуючий субстрат на якому буде розвинена певна культура. Для опису залежності швидкості росту культури від концентрації субстрату використовується крива насичення (рис. 2) [3].

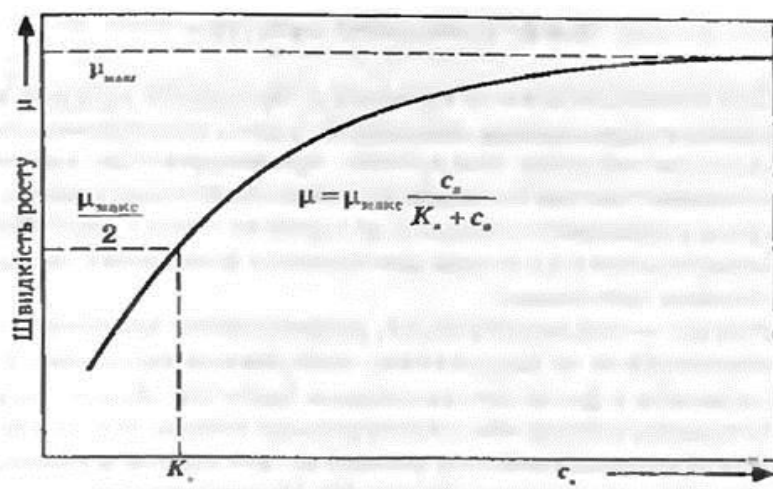


Рис. 2. Залежність швидкості росту культури, від концентрації субстрату.

Інша система безперервного вирощування це турбідостат. Замість додавання нового середовища з постійного швидкістю як це відбувається у хемостаті, у турбідостаті щільність клітин підтримується постійно. Це відбувається за допомогою петлі зворотного зв'язку, що дозволяє регулювати швидкість додавання поживних речовин у відповідь на зміни щільності клітин. Ці зміни визначають простими світловимірними приладами. Існує ще один метод турбідостатного контролю в якого принцип роботи ґрунтується на врегулюванні швидкістю потоку середовища мутністю популяції [4] .

Синхронна культура або ж синхронізована культура – це культура клітин, що включає в себе клітини які знаходяться на однаковій фазі розвитку. Синхронні культури можна отримати кількома способами:

- Перший спосіб полягає у тому щоб усі клітини припинили свій ріст необхідно змінити зовнішні умови, а потім змінити знову, щоб вони відновили ріст. Тепер клітини, що недавно почали рости, ростуть на однаковій стадії та вони синхронізовані.

- Другий метод у зупинці росту полягає у тому, щоб у культуру ввести хімічний інгібітор росту, і коли всі клітини зупинять свій ріст, інгібітор видаляють, і клітини починають рости синхронно.

- Третій метод лежить шляхом центрифугування (маса клітин) або фільтрації (розмір клітин). Тобто, клітини на різних стадіях росту мають не однакові фізичні властивості. Таким чином можна розділити клітини відносно їх масі або розміру.

- Четвертий метод Хельмштеттера-Каммінгса полягає в тому що культуру бактерій фільтрують через мембрану. Тобто, більшість бактерій проходить крізь неї, але деякі залишаються на ній. Після цього відокремлюють бактерії які залишилися зв'язані із мембраною і на мембрану наносять свіже середовища і зв'язані бактерії відновлюють свій ріст. Новоутворенні бактерії відокремлюють від мембрани, і тепер усі вони знаходяться на одній фазі розвитку [1] .

Метод синхронних культур потрібний у тому випадку коли необхідно отримати уніфіковану стадію клітин для розгляду певного етапу клітинного циклу. Так як усі клітини мають дуже малий розмір, то їх прийнято розглядати як одну клітину, і кількісні експериментальні результати можна просто розділити на загальну кількість клітин та отримати значення, що будуть стосуватися одної клітини [5] . Синхронні культури широко застосовуються у тому випадку коли потрібно вирішити питання, в стосунку із клітинним циклом, ростом та розглянути вплив на них різних факторів.

Висновок. Отже, для дослідження розвитку та росту бактерій є багато методів, про те де які із них не є до кінця дослідженні. Усі методи, є корисні на різних етапах спостережень, від початку росту популяції культури без впливу на неї будь якими факторами, так і при дослідженні бактерій із застосуванням різних чинників, такі як зміна температурного режиму, субстрату, вологості і так далі. Вони дають можливість розрахувати як швидко можуть розмножуватися бактерії, дають можливість зрозуміти чи зможуть вони існувати в тому чи іншому середовищі. Саме за допомогою цих методів створюються нові мікробні

препарати. Які є екологічно чистими та допоможуть подолати наслідки інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Це інноваційні та нестандартні технології, які будуть спрямовані на реалізацію природного потенціалу, сільськогосподарських культур здатні оптимізувати та пов'язати взаємозв'язок мікроорганізмів та рослин у агрофітоценозах [3] .

Список використаних джерел

1. <https://www.mybiosource.com/learn/testing-procedures/synchronous-cultures-micro-organisms/>
2. <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/synchronous-culture>
3. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/21616-mikrobnii-preparaty-perspektyvnyi-napriam-u-zemlerobstvi-ukrainy.html>
4. <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/micro/10.1099/0022>
5. <https://lifelib.info/microbiology/general/62.html>
6. <https://aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.3483278>
7. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/153093/14-Voitsechovski.pdf?sequence=1>

Іван МАЧОК¹³,

студент 3 курсу,

факультету агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

НАУКОВІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ

Анотація. У статті розглядаються питання щодо технологічних заходів по вирощуванні гороху посівного. Новим рівнем розвитку агротехнологічної науки зараз виступає система заходів на біологічно-екологічній основі з максимальним використанням для удобрення ґрунту азоту біологічного походження. Інокуляція насіння гороху сприяє підсиленню азотфіксуючої здатності завдяки чому підвищується врожайність зерна гороху, поліпшується фітосанітарний стан посівів. Обробка насіння гороху перед посівом композицією біологічних препаратів інокулянта BiNitro Горох та стимулятора росту Гумілайт забезпечили високу врожайність зерна гороху посівного.

Ключові слова: горох, інокуляція, стимулятори росту, зерно, урожайність.

Annotation. The article considers the issues of technological measures for

^{13*} Навчальний керівник - доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Шкатули Ю.М.

growing peas. A new level of development of agro-technological science is now a system of measures on a biological-ecological basis with the maximum use of nitrogen fertilizers of biological origin. Inoculation of pea seeds enhances the nitrogen-fixing ability, which increases the yield of pea grains, improves the phytosanitary condition of crops. Treatment of pea seeds before sowing with the composition of biological preparations of the inoculant BiNitro Peas and growth stimulant Humilight provided high grain yield of peas.

Key words: *peas, inoculation, growth stimulants, grain, yield.*

Вступ. Однією з проблем галузі рослинництва є виробництво рослинного білка в кількості, достатній для забезпечення населення якісними продуктами харчування. Провідна роль у розв'язанні даної проблеми належить зернобобовим культурам, зокрема гороху. Це зумовлено його здатністю формувати високі врожаї зерна порівняно з іншими зернобобовими культурами.

Горох, має низку важливих переваг, особливо за виходом цінного рослинного білка. До того ж вирощування гороху в сівоzmінах помітно знижує загальну собівартість продукції рослинництва, поліпшує фітосанітарний стан посівів і підвищує продуктивність ріллі [1].

Серед зернобобових культур він посідає п'яте місце. В європейських країнах горох вирощується на площі близько 3 млн га. В Україні горохом зайнято 286,5 тис. га ріллі. Перспективні розрахунки показують, що горох необхідно висівати на площі 1,6 млн. га, що за середнього врожаю 29,2 ц/га задовольнить потребу в білках у нашій країні [3, 5].

Виклад основного матеріалу досліджень. Для оптимізації досліджуваних елементів технології вирощування гороху у 2020-2021 рр. були проведені польові досліді на дослідному полі ВНАУ села Агрономічне. Польові досліді проводили відповідно до загальноприйнятої методики. Загальна площа експериментальної ділянки складала 12 м², облікова площа – 10 м², повторність досліді чотирьохразова.

Останніми роками предметом наукових досліджень є комплексні мікробіологічні препарати нового покоління з високою біологічною активністю, основою яких є асоціативні або симбіотичні азотфіксатори. Ефективне використання діяльності цих бактерій збільшують родючість ґрунту, економить значну кількість мінеральних азотних добрив і в кінцевому результаті одержують високі стабільні урожаї вирощуємих культур. Але в ґрунті далеко не завжди знаходиться достатня кількість бульбочкових бактерій, здатних продуктивно зв'язувати молекулярний азот. Тому збільшити ефективність фіксації атмосферного азоту в таких регіонах можна тільки шляхом застосування бактеріальних препаратів, які збагачують ґрунт високоефективними бульбочковими бактеріями.

Коренева система гороху володіє високою здатністю засвоєння і може достатньо глибоко проникати у товщу ґрунту. Це дозволяє використовувати важкорозчинні та малодоступні для злакових культур елементи живлення як з поверхневого шару, так і з глибинних шарів ґрунту. Після вирощування гороху

підвищується ефективність засвоєння органічних добрив наступними культурами. Горох характеризується як симбіотрофним, так і автотрофним типами азотного живлення. Тому часткова заміна мінерального азоту біологічним викликає інтерес до даної культури [2,4].

Норма посіву гороху з врахуванням польової схожості насіння сортів гороху становила 1,2 млн. схожих насінин на га. На густоту стояння рослин гороху значний вплив мали гідротермічні умови та фактори що вивчаються, зокрема обробка насіння інокулянтами та стимулятором росту Гумілайт.

Визначення густоти стояння рослин проводили на фіксованих кілочках ділянках у фазу повні сходи та перед збиранням, у фазі повної стиглості. Індивідуальна продуктивність рослин гороху поряд з густотою стояння рослин при збиранні являються важливим елементом, який визначає величину урожаю.

Польова схожість насіння гороху залежала від препаратів які обробляли насіння перед посівом. Так, на контрольних ділянках в середньому за два роки досліджень польова схожість гороху була в межах 88,1%. При обробці насіння гороху мікробіологічними препаратами, як окрема так і з стимулятором росту Гумілайт польова схожість покращувалась і варіювала в межах 91,3-91,5 % (Табл. 1).

Таблиця 1

Густота та збереженість рослин гороху залежно від технології вирощування (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіант досліджу	норма висіву, млн./га	польова схожість насіння, %	фази росту та розвитку		виживання рослин, %
			повні сходи, млн./га	дозріванн млн./га	
Контроль (без обробки)	1,2	88,1	1,06	0,93	87,7
BiNitro Горох 2,0 л/т	1,2	91,3	1,10	1,01	94,6
BiNitro Горох + Гумілайт (2,0 л/т + 200 г/т)	1,2	91,5	1,10	1,04	97,3

Не менш важливим чинником, який впливає на індивідуальну продуктивність гороху посівного, є густота посіву на початкових фазах розвитку та виживаність рослин перед збиранням.

Дослідженнями встановлено, що густота рослин гороху посівного коливалася залежно від застосування інокулянтів та регуляторів росту, також збільшувався відсоток виживання рослин. Результатами досліджень встановлено, що продовж 2020 – 2021 років при обробці насіння гороху мікробіологічними препаратами у мікростадії ВВСН 09, повні сходи густота стояння рослин складала 1,1 млн./га, тоді як на контрольних ділянках густота рослин гороху була в межах 1,06 млн./га. Найвищі показники густоти стояння рослин та краща їх виживаність перед

збиранням зафіксовано на варіантах із внесенням мікробіологічних препаратів BiNitro Горох в нормі використання 2,0 л/т у комплексі з регулятором росту Гумілайт. Вживаність рослин гороху на даних ділянках була в межах 97,3 % (табл. 1).

Таблиця 2

Урожайність сортів гороху залежно від обробки насіння біопрепаратами та стимуляторами росту (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га			± до контролю	
	2020 р.	2021 р.	Середнє	т/га	%
Контроль (без обробки)	2,13	2,73	2,43	-	-
BiNitro Горох - 2,0 л/т	2,26	2,92	2,59	+ 0,16	+6,6
BiNitro Горох + Гумілайт (2,0 л/т + 200 г/т)	2,43	3,33	2,88	+ 0,45	+18,5

Таким чином, досліджувані нами фактори позитивно вплинули на густоту стояння рослин та їхню вживаність.

В результаті проведених досліджень, максимальний урожай зерна гороху - 2,88 т/га був відмічений на варіанті дослідів де насіння гороху до посіву оброблялось інокулянт BiNitro Горох та стимулятором росту Гумілайт, що більше за контрольні ділянки на 0,45 т/га (див. табл. 2).

Таким чином, передпосівна обробка насіння гороху азотфіксуючими інокулянтами та стимулятором росту рослин дасть змогу розробити високоефективні екологічно безпечні технології вирощування гороху, які забезпечуватимуть не тільки одержання високих сталих урожаїв, а також збалансоване забезпечення рослин азотом, зменшення норм внесення мінеральних добрив та відтворення родючості ґрунтів.

Висновки і пропозиції. На підставі проведених польових досліджень перед посівом насіння гороху посівного слід обробляти композицією біологічних препаратів інокулянта BiNitro Горох в нормі витрати 2,0 л/т та стимулятора росту Гумілайт в нормі витрати 200 г/т, що дасть можливість отримати врожайність насіння гороху на рівні – 2,88 т/га.

Список використаних джерел

1. Алмашова В. С., Онищенко С. О., Євтушенко О. Т. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 1. С. 37–43.
2. Дідур І. М., Шевчук В. В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. №16. С. 48–60.
3. Зінченко О. І. Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. *Підручник*. Київ. 2003. 591 с.
4. Туріна О. Підвищення продуктивності та якості гороху в умовах Криму. *Тваринництво України*. 2011. № 1-2. С. 26–28.

5. Шкатула Ю.М. Агроекологічне значення гороху в сталому розвитку агроєкосистем Вінницької області. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського аграрного університету аграрного університету до 7 і науково-практичної конференції. Сучасні проблеми збалансованого природокористування.* 2012. С. 212–215.

Олександр КОТРУЦА¹⁴,
студент 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРОХОДЖЕННЯ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ

***Анотація.** Представлено аналіз гідротермічного режиму в умовах Лісостепу України, що можливість оцінити зразки озимої пшениці за потенційною врожайністю та визначити норму реакції. За останні роки в пшениці озимої спостерігається тенденція до зниження реалізації потенціалу врожайності. Тому перед нинішніми аграріями України постає основне завдання підвищити врожайність та забезпечити стабільність виробництва зерна пшениці озимої.*

***Anotation.** The analysis of hydrothermal regime in the Forest-steppe conditions of Ukraine is presented, which makes it possible to evaluate samples of winter wheat on the potential yield and determine the norm of reaction. In recent years, winter wheat tends to reduce the realization of the yield potential. Therefore, the current agrarians of Ukraine have the main task to increase the yield and ensure the stability of winter wheat grain production.*

***Вступ.** В умовах ринкових відносин останніх років, коли ціни на сільськогосподарську продукцію впали, через невідповідність закупівельним вимогам характеристик урожаю, а виробники не змогли реалізувати зібраний врожай, що зумовило переглянути технології вирощування зернових культур та отримання зерна вищої якості. Тому цього року основним першочерговим завданням при культивуванні озимої пшениці є отримання врожаю 3-4 класів.*

З огляду на загальноприйняту технологію вирощування пшениці, якою практично користуються всі аграрії, то усі її аспекти враховуються: застосовують високоякісне репродуктивне насіння, оптимальний підбір попередника, внесення добрив, якісний захист від бур'янів, шкідників і хвороб. Проте не все можливо врахувати навіть досвідченим аграріям, тому і отримують зерно фуражної якості.

¹⁴*Науковий керівник – старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Забарна Т.А.

Важливим елементом технології вирощування є збалансоване підживлення пшениці озимої, за рахунок чого і зростають якісні показники зерна. Озима пшениця доволі вимоглива до вмісту доступного азоту в орному шарі ґрунту. [1]. Такий елемент, як сірка сприяє підвищенню засвоюваності азоту, чим поліпшує нагромадження білка. Саме тому, його негайно слід включати у технологію підживлення озимої пшениці, якщо є потреба у підвищенні якісних показників зерна озимої пшениці [2].

У зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу для реалізації потенційних можливостей сучасних сортів озимої пшениці однією з основних передумов одержання високих і сталих урожаїв з високою якісними показниками зерна є достатні запаси продуктивної вологи в ґрунті, як на час сівби пшениці, так і після відновлення весняної вегетації – від виходу в трубку до кінця наливу зернівки. Вони визначають агрохімічні, агрофізичні та біологічні властивості ґрунту, забезпечують ріст і розвиток рослин, формування елементів структури врожаю [3].

Як стверджують науковці, що чим більша кількість продуктивних стебел, тим вищий урожай. Проте, провівши аналіз структурних елементів врожаю, які входять до складу колоса, варто відмітити, що довжина колоса сильно відрізняється в різних сортів, а також залежить від багатьох факторів, зокрема, погодних умов та мінерального живлення рослин. Поняття щільності колоса має значимість також: якщо колоски в колосі розміщуються нещільно, то навіть у разі його значної довжини озерненість колоса буде невелика [1].

Учені-кліматологи відзначають, що глобальне потепління стає визначальним у формуванні клімату України внаслідок її географічного положення [5].

Виклад основного матеріалу: Пшениця озима займає провідне місце у структурі посівних площ зернових в Україні. У зоні нестабільного забезпечення вологи в Правобережного Лісостепу України для втілення в рослину потенційних можливостей сучасних сортів, однією з пріоритетних передумов отримання високих показників і сталих урожаїв, одночасно з високими показниками якості зерна озимої пшениці є достатні запаси продуктивної вологи в ґрунті, як на момент посіву пшениці, так і після відновлення весняної вегетації – від виходу в трубку до кінця наливу зернівки. Вони визначають агрохімічні, агрофізичні та біологічні властивості ґрунту, забезпечують проходження вегетації рослин, формування елементів структури врожаю [4].

Гідротермічні умови зони вирощування озимої пшениці у нашому регіоні безумовно впливають на строки посіву культури, особливості фізіологічного розвитку сорту або гібрида, властивості ґрунту на момент посіву озимої пшениці, період від збирання з поля попередника і до моменту власне проведення сівби, та і сам посів в цілому — всі ці чинники впливають на строки сівби. Найбільш сприятливим температурним показником для озимої пшениці вважається середньодобова температура повітря в межах 14–17°C. Стосовно суми активних температур, то вона має бути від висіву до переходу через 5°C в межах 450–550°C, за вказаних умов рослини можуть сформувати до трьох-чотирьох пагонів та досягти свого оптимального розвитку.

Дослідженнями встановлено, що найбільший вплив мають значення доступної вологи для посівів озимої пшениці у межах шару ґрунту 0–12 см, найбільш сприятливі запаси якої становлять приблизно в межах 15–17 мм. Основне джерело потрапляння вологи в ґрунт – опади. Саме запаси вологи в ґрунті на момент проведення сівби та ступінь зволоження протягом вегетації є значимими факторами та саме від їхнього частки залежить, який мають рівень впливу на технологію вирощування або як подіють інші елементи технології на проходження ростових процесів. З урахуванням певних особливостей та характеру зволоження посівного періоду для вегетації зернових культур в тому числі і озимої пшениці ситуація стосовно цього була досить критична. І, як видно з показників рівня врожайності, і особливо регіонів, де відмічали нестабільне забезпечення вологою посівів, саме гідротермічні умови значно впливали на отриманні показники врожайності. Перш за все, це залежить від запасів вологості в ґрунтовому середовищі як на момент сівби, так і протягом всієї вегетації. Як саме вчасно та якісно розпочався розвиток рослин озимої пшениці у початковий період, залежить у подальшому і процеси зимостійкості і перезимівлі рослин. В міру тепла і майже безсніжна зима, що вважається нетиповим не лише для нашого регіону, а й практично для всієї території України, що призвело до ще більшого росту недостачі вологи в ґрунті. Варто вказати, що планового та потрібного надходження вологи в зимовий період так і не сталося в повній мірі. Тому за рахунок цього, відновлення вегетації пшениці озимої і насамперед у нашому регіоні розпочалося раніше, й динаміка проходження цього процесу була не досить аналогічна до попередніх років. Вегетація посівів озимої пшениці продовжувалась в умовах критичного дефіциту запасів вологи у ґрунті, що в майбутньому призвело до погіршення стану посівів, а в підсумку і до різкого зниження ефективної дії мінеральних добрив, одночасно із цим, масово розпочалось зростання кількості шкідників і зросли випадки враження хворобами травостоїв.

Ґрунт має бути підготований вчасно, із дотриманням вимог що дасть можливість витримати рівномірності розподілу та якісного загортання насіння, а потім і отримання своєчасних і дружних сходів насіння. Глибина висіву буде регулюватися відповідно від запасів вологи у ґрунтовому середовищі та розміру насінини. Вважається, що найкращою є глибина загортання насіння у межах 3–4 см, що зумовлюється особливостями закладання вузла кущення пшениці, це відбувається на глибині 2,5–3,5 см від поверхні ґрунту. Показники такої глибини загортання насіння дають можливість відмінно розвиватися як підземній, так і надземній масі рослини. Досліджено, що сівба глибше як 5–6 см призводить до зниження енергії проростання насіння, більш пізньої появи сходів і появи нерівномірного, недружного посіву. Але зміни по глибині загортання неможливо допускати і перш за все, саме в разі пізніх строків сівби, що у наших погоднокліматичних умовах досить часто стається за нестачі вологи в ґрунті. Поряд із цим глибину загортання насіння не рекомендовано збільшувати більше ніж на 3 см в разі посіву протруєного препаратами насіння та відносно достатнього рівня зволоження. Особливо на територіях з дефіцитом вологи на час сівби необхідно

добре обирати норми висіву, підбирати сорти які здатні добре куштитися й формувати різну ширину міжряддя, відтак цим зменшується конкуренція рослин за поживні елементи та елементи вологи, створюючи найкращі та найсприятливіші умови для початкового росту рослин озимої пшениці.

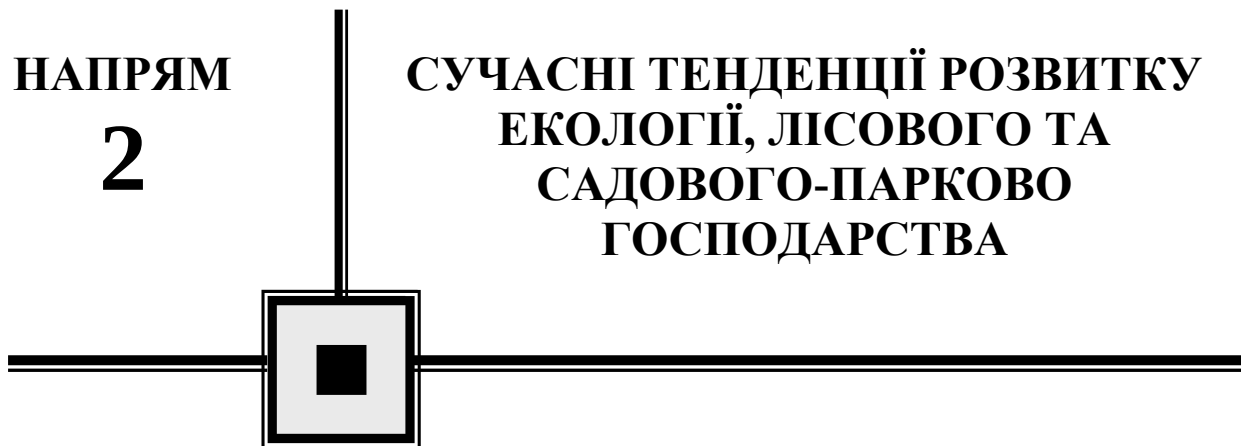
Загальноприйняті та рекомендовані стали нам норми висіву (4,5–5 млн схожих насінин) було б варто знизити вдвічі, оскільки вихідні умови початкових етапів росту є критичними, тому й реалізація потенціалу врожайності рослин буде не досить висока. Звідси можна і сформулювати висновок, що урожайність пшениці озимої істотно варіює під впливом погодних умов певного вегетаційного періоду і для кожного регіону окремо.

Висновок. За іншими дослідженнями, зроблено висновок, що для своєчасного отримання дружних сходів пшениці озимої необхідно мати в 1 см посівного шару ґрунту не менше ніж 10 мм вологи. Існує значна кількість публікацій із питань водного режиму ґрунту після різних попередників озимої пшениці як у зоні Лісостепу, так і в Степу. Але у них переважно наводяться результати вивчення попередників, які висівалися в десятипільних сівозмінах, і практично не приділяється уваги іншому попереднику під озимі культури – сої, площі якої в Україні щороку зростають.

Важливою умовою при проходженні ростових процесів озимої пшениці є, крім вологозабезпечення, сприятливі погодно-кліматичні умови території та достатня кількість тепла. Адже ці критерії впливають на строки посіву культури, особливості фізіологічного розвитку сорту або гібрида, властивості ґрунту на момент посіву озимої пшениці, аж до моменту власне проведення сівби.

Список використаних джерел:

1. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу <https://propozitsiya.com/ua/formuvannya-produktivnosti-kolosa-v-zernovih>
2. Впливаємо на продуктивність і якість озимої пшениці. 2018. <http://unifer.de/ua/publikazii/vplyvayemo-na-produktyvnist-i-yakist-ozymoyi-pshenytsi>
3. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників. <https://www.agronom.com.ua/produktyvnist-pshenytsi-ozymoyi-zalezno-vid-poperednykiv/>
4. Бузинний М. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників. 2019. <https://www.agronom.com.ua/produktyvnist-pshenytsi-ozymoyi-zalezno-vid-poperednykiv/>
5. Адаменко Т. В. Кліматичні умови України на можливі наслідки потепління клімату. Агроном. 2007. 1 (15). С. 8–11.



Тетяна ПЛАЗІЙ¹,
студентка 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

Анотація. У статті досліджено питання управління промисловими відходами в Україні. Охарактеризовано процес управління промисловими відходами та його основні учасники. Визначено особливості нормативно-правового регулювання управління промисловими відходами в Україні. Проаналізовано сучасні проблеми управління промисловими відходами в Україні.

Abstract. The article examines the issue of industrial waste management in Ukraine. The process of industrial waste management and its main participants are described. Peculiarities of normative-legal regulation of industrial waste management in Ukraine are determined. Modern problems of industrial waste management in Ukraine are analyzed.

Постановка проблеми. Наша країна здобула незалежність, коли була індустріально розвиненою державою, важка промисловість якої виробляла і продовжує виробляти величезні обсяги відходів різного ступеня небезпеки. Найбільше відходів утворює гірничо-металургійний комплекс, щоправда, основний обсяг його відходів належить до найменш небезпечного четвертого класу. Відходи 1–3 класів небезпеки утворюються у хімічній, електротехнічній та нафтопереробній галузях промисловості. Позитивним ефектом економічного спаду стало різке зменшення обсягу їх утворення. Разом із тим, проблеми забруднення території країни промисловими відходами накопичувалися всі роки незалежності і не вирішуються самі собою [1].

Метою статті є обґрунтування основних аспектів управління промисловими відходами в Україні.

¹*Науковий керівник – д.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Ткачук О.П.

Виклад основного матеріалу. Промисловими відходами сфер виробництва називаються побічні продукти, що отримані на всіх технологічних етапах виробництва основного продукту та не використовуються як вторинна сировина на даному підприємстві.

До промислових відходів відносяться відходи сфер виробництва та сфер споживання. Серед них найбільшу небезпеку для довкілля і здоров'я населення становлять неутилізовані токсичні промислові відходи.

Під управлінням відходами, як визначено в проекті Закону України «Про управління відходами» № 2207-1-д від 03.06.2020 р., розуміється «збирання, перевезення, відновлення (у тому числі сортування) та видалення відходів, включаючи нагляд за такими операціями та подальший догляд за об'єктами видалення відходів». Спираючись на представлене визначення можна стверджувати, що процес управління промисловими відходами міста являє собою обґрунтування, прийняття та реалізацію функціональних та ситуаційних рішень. Функціональні рішення спрямовані на планування, координацію, фінансування, контроль діяльності зі збирання, перевезення, переробки, а також видалення промислових відходів. Ситуаційні рішення пов'язані з подоланням формажорних обставин або впровадженням новітніх технологій та організаційних змін, спрямованих на поглиблення переробки промислових відходів та раціональне використання вторинних ресурсів [2].

Впровадження новітніх технологій пов'язано з модернізацією виробничих потужностей та підготовкою кадрів підприємств, що займаються збиранням, перевезенням, переробкою та видаленням промислових відходів. Організаційні зміни передбачають спеціалізацію підприємств з переробки промислових відходів та їх кооперацію з виробниками промислових відходів та споживачами продуктів переробки відходів.

Управління промисловими відходами на території міста має особливості, обумовлені наявністю підприємств містоутворюючого, містообслуговуючого та містобудівного комплексів, які пов'язані між собою не тільки територією, але й господарськими зв'язками. Територіальна громада, інтереси якої представляють органи місцевого самоврядування, має власні повноваження у вирішенні питань міського значення в контексті забезпечення сталого розвитку території, включаючи поводження з промисловими та побутовими відходами.

Ефективне розділення промислових відходів є ключем для подальшого їх використання як вторинного ресурсу або проведення їх послідууючої утилізації/переробки, видалення шляхом застосування відповідних технологій.

Для організації дієвого ринку управління промисловими відходами, насамперед, необхідно: відокремити їх від загального поняття «відходи»; налагодити систему обліку, для чого, шляхом проведення обласними державними адміністраціями інвентаризації накопичених промислових відходів у регіонах, встановити їх власність: державна, приватна або безгосподарча; скласти впорядковану базу промислових відходів з визначенням їх хімічного складу, токсичності та шкідливості тощо, як на регіональному (тобто на рівні кожної області), так і на загальнодержавному рівнях [3].

Питання управління промисловими відходами в Україні не в повному обсязі врегульовані на законодавчому рівні, існують такі недоліки: невизначеність пріоритетних цілей та недостатній рівень інтеграції питань охорони навколишнього природного середовища у галузеві стратегії використання природних ресурсів України; існує необхідність, враховуючи рекомендації відповідних Директив ЄС та напрацьований досвід, більш наполегливого та прискореного створення системи переробки, утилізації, видалення утворених промислових відходів та відходів, що утворюються для їх послідуєчого використання як вторинних ресурсів в будівельній та інших виробничих галузях як України так і виробничих галузях європейських держав.

На державному рівні необхідне врегулювання напрямів проведення екологізації виробництва, як послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, які дозволять підвищити ефективність використання природних ресурсів з одночасним захистом та збереженням природного середовища України.

Підприємства державної та приватної власності часто ігнорують вимогу щодо запобігання і зведення до мінімуму негативних екологічних наслідків і не впроваджують розділення промислових відходів, внаслідок чого вони змішуються зі стічними водами і твердими відходами, забруднюють повітря, землі та ґрунтові води, чим завдають значної шкоди навколишньому середовищу.

Ефективне розділення промислових відходів є ключем для подальшого їх використання як вторинного ресурсу або проведення їх послідуєчої утилізації/переробки, видалення шляхом застосування відповідних технологій. Часто такі можливості втрачаються, оскільки промислові відходи змішуються з іншими типами відходів. Також одним з основних завдань у питанні поводження з відходами є вирішення проблеми відходів, які не належать до «ресурсоцінних».

Право у сфері управління відходами (та їх окремими потоками) представлено в ЄС більше ніж десятьма директивами. Вирішення питань управління промисловими відходами напряду залежить від врахування рекомендації трьох директив, які підлягають імплементації згідно з підписаною Україною Угоди про асоціацію з ЄС:

- Директива 1999/31/ЄС про захоронення відходів, яка базується на ключових орієнтирах, таких як попередження і зменшення негативних наслідків захоронення відходів для навколишнього середовища і здоров'я людини;

- Директива 2006/21/ЄС про управління відходами видобувної промисловості, змістом якої є максимально можливе попередження та мінімізація будь-якого негативного впливу на довкілля та ризиків для здоров'я людини, що можуть виникати в результаті управління відходами видобувної промисловості;

- Директива 2008/98/ЄС, що впроваджує способи захисту навколишнього середовища і здоров'я людини шляхом попередження негативного впливу виробництва та поводження з відходами, а також за рахунок зменшення загальних наслідків використання ресурсів і підвищення ефективності їхнього використання [4].

Процес управління промисловими відходами має особливості, які необхідно враховувати під час прийняття рішень, спрямованих на забезпечення його функціонування та розвитку. Ці особливості пов'язані з нормативно-правовим

забезпеченням та взаємодією інститутів, можливостями фінансування проектів розвитку, технологією надання послуг з переробки відходів (вторинних ресурсів). Заходи з управління промисловими відходами в частині переробки вторинних ресурсів пов'язані з інституціями, інноваціями та інвестиціями, повинні здійснюватися комплексно, оскільки при прийнятті та реалізації рішень з техніко-технологічної модернізації (впровадження інновацій) потрібне фінансове забезпечення (залучення та використання інвестицій), а також наявність відповідного інституційного середовища. Зазначене втілюється при формуванні кластеру з управління промисловими відходами на засадах «потрійної» та чотириланкової спіралі – «влада-бізнес-наука-суспільство (громадськість)» [5].

При цьому особливої уваги потребують питання створення інституційного середовища в рамках кластеру, пов'язаного із забезпеченням коопераційних зв'язків між учасниками, створення умов інвестиційної привабливості інноваційних проектів, що реалізуються учасниками кластеру, а також оцінка соціальної спрямованості інновацій щодо відновлення екосистемних функцій територій, які зайняті відвалами промислових відходів, зменшення шкідливого впливу на довкілля та комфортність умов життєдіяльності населення. Надалі доцільним є дослідження питань організації участі суспільства (громадськості) в процесах управління промисловими відходами в рамках використання кластерного підходу [6].

Висновки. Питання управління промисловими відходами в Україні не в повному обсязі врегульовані на законодавчому рівні, існують такі недоліки як невизначеність пріоритетних цілей та недостатній рівень інтеграції питань охорони навколишнього природного середовища у галузеві стратегії використання природних ресурсів України. Існує необхідність, враховуючи рекомендації відповідних Директив ЄС та напрацьований досвід, більш наполегливого і прискореного створення системи переробки, утилізації, видалення утворених промислових відходів та відходів, що утворюються для їх послідовного використання як вторинних ресурсів в будівельній та інших виробничих галузях як України, так і у виробничих галузях європейських держав.

Список використаних джерел

1. Апостолук В.С. Промислова екологія: навч. посіб. К.: Знання, 2019. 430 с.
2. Промислові відходи в Україні: як вирішити існуючі проблеми. URL: <https://ecolog-ua.com>
3. Промислові відходи: як проблеми перетворити в можливості. URL: <https://ecolog-ua.com>
4. Семенов В.Ф. Екологічний менеджмент: навч. посіб. К., Центр навчальної літератури, 2019. 516 с.
5. Тімченко Р.О. Рециклінг промислових відходів. *Містобудування та територіальне планування*. 2018. Вип. 67. С. 482-487.
6. Федунь М.В. Адаптація законодавства України до стандартів Європейського Союзу у сфері поводження з відходами. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua>

Вікторія ПРИСАКАРЬ²,
студентка 1 курсу навчання,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РІЧКУ СІЛЬНИЦЯ

***Анотація.** У статті представлено результати досліджень якості поверхневих вод річки Сільниця в залежності від техногенного навантаження. Визначено основні джерела техногенного навантаження на водні екосистеми, запропоновано вирішення питань щодо покращення екологічного стану річки та зменшення антропогенного впливу на досліджуваній території. Встановлено, що досліджуваний регіон піддається суттєвому техногенному навантаженню в результаті чого спостерігається погіршення стану водної екосистеми. За результатами проведених досліджень можна стверджувати, що техногенне навантаження на водні екосистеми річки Сільниця досить суттєве, а вода не відповідає нормативним показникам.*

***Annotation.** Article presents the results of research on the quality of surface waters of the Silnitsa River depending on the man-made load. The main sources of man-caused pressure on aquatic ecosystems are identified, the solution of issues on improving the ecological condition of the river and reducing anthropogenic impact on the study area is proposed. It is established that the studied region is exposed to significant man-made load, resulting in a deterioration of the aquatic ecosystem. According to the results of the research, it can be stated that the man-caused load on the aquatic ecosystems of the Silnitsia River is quite significant, and the water does not meet regulatory standards.*

***Постановка проблеми.** Деградація водних ресурсів з кожним роком зростає, тому проблема збереження поверхневих вод в сталому стані є досить актуальною. Рівень швидкості використання водних ресурсів, який ми маємо в сучасному житті, давно перейшов допустимі норми, інтенсивність використання та рівень забруднення перешкоджають процесам самовідновлення водойм, що призводить до безповоротного виснаження водних екосистем в цілому. Проаналізувавши ситуацію, яка склалась сьогодні, можна з впевненістю сказати, що ми не маємо чіткої системи захисту та регулярного продуктивного моніторингу навколишнього середовища загалом, і водних ресурсів зокрема, нефункціонуючі очисні споруди та недотримання технологічних процесів на підприємствах з кожним днем погіршують екологічну ситуацію в довкіллі, яка виливається в екологічні катастрофи та аварії, на різних рівнях по всьому світу.*

²*Науковий керівник – д.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Ткачук О.П.

Екологічний стан річки Сільниця показує зростання техногенного навантаження, що обумовлює процес її деградації. Для покращення стану таких водойм необхідно виділити пріоритетні напрями екологічної діяльності. Аналіз та оцінка екологічного стану водних об'єктів дасть змогу визначити основні проблеми природокористування у річних екосистемах.

На сьогодні актуальним залишається питання щодо аналізу стану річки Сільниця в лабораторних умовах. Враховуючи ситуацію, яка склалась на даний час, а саме байдужість на державні екологічні перевірки, можна передбачити негативний розвиток подій – зростання рівня самовільного та безвідповідального використання водних ресурсів у державі загалом та на досліджуваній території зокрема, що, в свою чергу, уже призвело та буде призводити в майбутньому до безповоротних процесів забруднення поверхневих водойм [2].

Виклад основного матеріалу. Якщо провести аналіз наукових досліджень то можна зробити висновок, що проблема забруднення річок існувала завжди. Зокрема в кінці ХХ століття внаслідок стрімкого зростання господарської діяльності людини значно погіршилась екологічна ситуація в басейнах річок України. Сучасні вчені-екологи, такі як С. І. Дорогунцов, М. А. Хвесик [2], В.А. Голян [1] та А.В. Яцик [4], в своїх працях першочергово приділяють увагу проблемі використання та охорони водних ресурсів України, які на сьогодні і так є достатньо виснаженими. Основну увагу вони пропонують зосередити на вдосконаленні системи екологічного моніторингу та зменшенні антропогенного навантаження за рахунок введення сучасних технологій очистки стічних вод.

На шляху інтеграції до ЄС, перед сучасним українським суспільством та керівництвом України стоїть питання розробки нових нормативів у сфері захисту навколишнього середовища та в інших галузях загалом. Особливо хочеться відмітити вченого, академіка А.В. Яцика, який у своїй праці «Водогосподарська екологія», звернув увагу на екологічну ситуацію, яка склалась сьогодні та розглянув можливі заходи щодо покращення екологічного стану водойм України, виніс свої пропозиції щодо вдосконалення системи нормування. Також його праця є джерелом інформації про реальну ситуацію та стан водних ресурсів України. В ній висвітлено основні проблеми використання водойм на сучасному етапі розвитку суспільства [3].

З метою оцінки техногенного навантаження на водні екосистеми річки Сільниця необхідно дослідити територію водозбору, з якої надходить поверхневий водостік та чинники, які впливають на даний процес і провести дослідження для визначення показників якості води.

Мета статті – провести моніторингові дослідження та визначити основні джерела антропогенного впливу на площі водозбору річки Сільниця.

Сільниця – річка в Україні, права притока річки Південний Буг. Протікає Тульчинським і Тростянецьким районами Вінницької області. Загальна довжина річки 67 км, площа басейну – 830 км², має 24 притоки довжиною більше 10 км. Свій початок річка бере на північному заході від с. Левківці Вінницької області на схилах Подільської височини. Долина переважно трапецієподібна (ширина 1-2 км), на окремих ділянках ширина долини не перевищує 30-40 м. Заплава двостороння (завширшки до 400-600 м), вкрита лучною рослинністю, часто

заболочена. Річище звивисте, ширина 2-6 м (найбільша – 35 м); глибина 0,6-1,5 м, на перекатах – 0,2-0,4 м. Похил річки 1,6 м/км. Живлення снігове і дощове. Льодостав триває з початку грудня до березня. Стік Сільниці зарегульований русловими водосховищами і численними ставками; споруджено 17 гребель. Воду використовують для гідроенергетики і технічного водопостачання; створено рибницькі господарства. На Сільниці розташовані міста Тульчин і Ладижин. В Ладижині річка впадає в Південний Буг [5].

Висновок. Отже, проведений гідрологічний аналіз річки Сільниця показує, що це невелика річка – притока Південного Бугу. Вона має обмежене господарське використання, проте зазнає значного антропогенного забруднення. Тому для більш детального визначення її сучасного екологічного стану, необхідно провести додаткові польові та лабораторні дослідження.

Список використаних джерел

1. Голян В.А. Інституціональне середовище водокористування: сучасний стан та механізми вдосконалення: монографія. НАНУ. Луцьк: Твердиня, 2009. 592 с.

2. Державні санітарні правила і норми № 383. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості вод централізованого господарсько-питного водопостачання. Замість СанПиН № 4630-88; затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я від 23.12.1996 р. К., 1996. 11 с.

3. Дорогунцов С.І. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології). К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2002. 227 с.

4. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4-х т., 7-ми кн., 2004. Т. 3. Кн. 5: [Екологія водокористування]. К., 2004. 494 с.

5. Річка Сільниця. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_\(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_(%D1%80%D1%96%D1%87%D0%BA%D0%B0)) (дата звернення 02.02.2022.).

Олександр САНДУЛЯК³,
студент 2 курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ БІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК ДУБА ЧЕРВОНОГО В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

Анотація. В результаті проведених досліджень встановлено, що серед комах найбільш помітної шкоди дубу червоному завдають листогризні, і в першу чергу – непарний шовкопряд *Ocneria dispar* L. Багаторічні спостереження показали, що пошкодження, як правило, не суцільні, а локальні. Встановлено, що рівень пошкоджень насаджень дуба червоного непарним шовкопрядом достовірно зростає із зменшенням рівня багатства та вологості лісорослинних умов.

Проаналізувавши ураження дуба червоного грибковими захворюваннями ми встановили, що найбільш суттєвих пошкоджень завдає несправжній дубовий трутовик, який викликає внутрішнє та змішане загнивання стовбурної деревини.

Нами проаналізовано випадки враження особин дуба червоного опеньком *Armillariella mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst. Ступінь враження опеньком травмованих поверхонь стовбурів в значній мірі залежить від висоти розміщення нижнього краю ран від поверхні землі.

Annotation. As a result of research, it was found that among insects the most noticeable damage to red oak is caused by leaf bites, and in the first place – odd silkworm *Ocneria dispar* L. Long-term observations have shown that the damage is usually not continuous but local. It is established that the level of damage to red oak plantations by odd silkworm increases significantly with decreasing level of richness and humidity of forest vegetation conditions.

After analyzing the damage of red oak by fungal diseases, we found that the most significant damage is caused by a false oak coppice, which causes internal and mixed rot of trunk wood.

We have analyzed the cases of red oak honeysuckle *Armillariella mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst. The degree of impression of honeysuckle injured surfaces of the trunks largely depends on the height of the lower edge of the wounds from the ground.

Вступ. Лісові насадження з дубом червоним створюють з кінця 19-го століття. При вирощуванні виду в мішаних насадженнях практикували способи, розроблені для дуба звичайного, що часто не приносило очікуваних результатів. Наукове обґрунтування лісогосподарських заходів у насадженнях дуба червоного відстає від потреб практики. Далеко не завжди достатньо вмотивовані методи створення його насаджень та ведення господарства в них [2].

³*Науковий керівник – доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Матусяк М.В

Мета роботи: встановити рівень біологічної стійкості дуба червоного в регіоні досліджень та визначити шляхи її підвищення.

Об'єкт досліджень: дуб червоний в лісових насадженнях Вінниччини та фактори впливу на нього.

Результати досліджень. Серед комах найбільш помітної шкоди дубу червоному завдають листогризні, і в першу чергу – непарний шовкопряд *Ocneria dispar* L. Багаторічні спостереження показали, що пошкодження, як правило, не суцільні, а локальні. Зустрічність таких локалітетів непарного шовкопряда в незімкнених молодняках та інтенсивність пошкоджень в них під час посушливих років, тобто, коли вони сягають найбільших величин, наведено в табл. 1

Таблиця 1

Інтенсивність пошкоджень дуба червоного непарним шовкопрядом (в %)

Показники	Тип лісорослинних умов					
	B ₂	B ₃	C ₂	C ₃	D ₂	D ₃
Зустрічність локалітетів	45±2,3	32±2,0	33±2,0	19±1,5	11±0,4	3±0,4
Інтенсивність пошкоджень	23±2,0	20±1,5	15±1,2	11±1,0	6±0,8	4±1,0

Такі пошкодження трапляються переважно в незімкнених культурах та на узліссях молодняків на піщаних та супіщаних ділянках: в свіжих та вологих суборах (B₂, B₃), рідше – в свіжих та вологих сугрудах (C₂, C₃) і зовсім зрідка на глинистих ґрунтах у грудах. Виняток становлять тяжкі глинисті ґрунти, де рівень пошкоджень комахами зростає. Як бачимо, кількісні показники пошкоджень непарним шовкопрядом зростають із зменшенням вологості та багатства лісорослинних умов. Про достовірність таких змін можна судити з табл. 2

Таблиця 2

Суттєвість різниці (tΔ) пошкоджень непарним шовкопрядом насаджень дуба червоного в різних лісорослинних умовах

Показники	Порівняльні пари умов місцезростання						
	за гігروتोпами			за трофотопами			
	B ₂ –B ₃	C ₂ –C ₃	D ₂ –D ₃	B ₂ –C ₂	C ₂ –D ₂	B ₃ –C ₃	C ₃ –D ₃
Зустрічність локалітетів	4,3	5,6	14,0	3,2	10,8	5,2	10,3
Інтенсивність пошкоджень	1,2	2,5	1,5	3,4	6,3	5,0	5,0

З наведеного випливає, що різниця зустрічності локалітетів пошкоджень як у випадках порівняння пар показників різних груп ділянок за вологістю, так і різних груп за багатством ґрунту, достовірна. Більше того, достовірність такого твердження зростає із збільшенням багатства лісорослинних умов. Натомість про достовірність різної інтенсивності пошкоджень у виявлених локалітетах можна говорити лише в порівняльних парах показників за трофністю. При порівнянні пар різних гігروتопів мова йде лише про тенденцію. Якщо ж розглядати інтегральні показники зустрічності локалітетів та інтенсивності пошкоджень в

них, то різниця показників в усіх випадках буде достовірною. Отже, рівень пошкоджень насаджень дуба червоного непарним шовкопрядом достовірно зростає із зменшенням рівня багатства та вологості лісорослинних умов. Узлісся молодняків заселялися шкідником в дещо меншій мірі, ніж незімкнуті культури, і, переважно, південні. На північних узліссях слідів пошкоджень майже не відмічалось [3].

Поодинокі зустрічали пошкодження дуба червоного п'ядуном-обдиралом *Erannis defoliaria* Cl. Пошкоджень зеленою дубовою листовійкою *Tortrix viridana* L. в регіоні ми не спостерігали.

Нами не зафіксовано пошкоджень стовбурних шкідників, в тому числі й тих, які зустрічаються на американському континенті: великого дубового вусача *Cerambyx cerdo* L. та непарного дубового короїда *Xyleborus monographus* F., а також личинки *Argirotoxa semipurpurana*.

Отже, ентомофауною дуб червоний пошкоджується незначно. Найбільш помітної шкоди завдають листогризні в незімкнених культурах та на узліссях молодняків. Серед них активністю виділяється непарний шовкопряд *Ocneria dispar* L. Рівень таких пошкоджень цілком залежить від екологічних факторів. В міру віддалення від лісорослинного оптимуму (вологі багаті типи лісорослинних умов та теплі вологі роки) кількість пошкоджень збільшується. Жолуді дуба червоного мають значно міцнішу оболонку в порівнянні з дубом звичайним, тому жолудевий довгоносик їх практично не пошкоджує, за винятком дуже сухих років.

Проаналізувавши ураження дуба червоного грибковими захворюваннями ми встановили, що найбільш суттєвих пошкоджень завдає несправжній дубовий трутовик, який викликає внутрішнє та змішане загнивання стовбурної деревини. Характерно, що в насадженнях дуба червоного до 30-річного віку такі пошкодження нами не спостерігалися, або ж відмічалися в поодиноких випадках. В 40-60-річних насадженнях в грудях вражено 1–3 % дерев, а в сугрудах цей показник зростає вдвічі, сягаючи 5 %. В старших насадженнях кількість таких особин помітно збільшується, причому як в сугрудах, так і в грудях, сягаючи в деяких випадках 10 %. Для порівняння зауважимо, що в Сумській області відсоток вражених дерев часом сягає 35 % [2], що значно перевищує дані наших спостережень на заході країни.

Пошкодження іншими видами стовбурних грибів в регіоні зустрічається рідко і практичного господарського значення не має.

Трапляються випадки враження особин дуба червоного опеньком *Armillariella mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst. Ступінь враження опеньком травмованих поверхонь стовбурів в значній мірі залежить від висоти розміщення нижнього краю ран від поверхні землі. Суттєвої різниці цих явищ між насадженнями вологих грудів і сугрудів не спостерігається ($t\Delta = 0,65$). Тому результати враження деревостанів цим грибом зведені в один ряд (табл. 3). При цьому виявилось: якщо нижня частина поранення була вище 0,64 м від поверхні землі, то, як правило, відбувалося заростання пошкодження без його інфікування грибом.

**Стійкість дерев дуба червоного з пораненнями від механічних
пошкоджень стовбурів до враження опеньком**

Ступінь стійкості дерев	Середня віддаль від землі до нижнього краю поранень стовбура				
	М, см	±m, см	±σ, см	t	tΔ
Вражені опеньком	40	4,2	21	9,6	4,6
Не вражені опеньком	64	3,1	22	20,6	

Якщо ж вона опускалася нижче 0,40 м – відбувалося враження патогенними грибами, переважно – опеньком. Можна вважати, що віддаль 0,5 м між нижнім краєм поранення і рівнем землі виступає граничною межею, тобто, коли вірогідність такого враження не перевищує 50 %. Якщо поранення розміщується нижче – вірогідність враження опеньком конкретної особини дуба червоного різко зростає, якщо ж вище – зменшується.

В молодих насадженнях дуба червоного на помітному рівні зустрічається поперечний рак дуба. Викликається він бактерією *Pseudomonas quercus* Schem. У вологих едатопах (C₃-D₃) ним вражається 1-3 % дерев. В свіжих (C₂-D₂) – кількість таких рослин зростає і в окремих випадках сягає 13 %. Таке спостерігалось в 23-річному насадженні дуба червоного з дубом звичайним на ділянці, що вийшла з-під сільськогосподарського користування. Рівень враженості дуба звичайного тут сягав 40 %. Причому, рослини аборигенного виду виглядали більш хворобливими, ніж особини інтродуцента, які, незважаючи на наявність потовщеного кільцевого наросту, мали цілком життєздатний стан. До того ж, ракові потовщення дуба звичайного майже у всіх випадках мали сліди розриву кори, тобто, перпендикулярні стовбуру тріщини на поверхні ракового кільця, тоді як поверхня потовщень стовбурів інтродуцента переважно була гладкою і неушкодженою. Відсоток вражених поперечним раком дерев дуба звичайного тут далеко не сягав максимуму. Відомі випадки, коли ця величина доходила до 62 % [4].

На стовбурах дуба червоного іноді зустрічаються скупчення чорних новоутворень, що нагадують бактеріальний рак ясена. Однак, хвороба не ідентифікована і потребує спеціальних мікробіологічних досліджень.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено наступне:

1. Рівень пошкоджень насаджень дуба червоного непарним шовкопрядом достовірно зростає із зменшенням рівня багатства та вологості лісорослинних умов.
2. Найбільш суттєвих пошкоджень дубу червоному завдає несправжній дубовий трутовик, який викликає внутрішнє та змішане загнивання стовбурної деревини.
3. В молодих насадженнях дуба червоного на помітному рівні зустрічається поперечний рак дуба. Рівень враженості дуба звичайного сягав 40 %.

Список використаних джерел

1. Матусяк М.В. Стан та стійкість дуба в мішаних насадженнях. *Інноватика в сучасній освіті та науці: теорія і практика*. Міжнародна науково-практична конференція. Херсон: Видавництво «Молодий вчений», 2019 р.
2. Нейко І.С., Матусяк М.В., Єлісавенко Ю.А. Характеристика структури та лісовідновних процесів природних дубових лісостанів ДП «Хмільницьке ЛГ». *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. вип. № 12. С. 131-141.
3. Румянцев М. Г. Особливості формування і відтворення природних лісостанів дуба звичайного Лівобережного Лісостепу України. Харків: УкрНДІЛГА, 2016. Вип. 128. С. 63-73.
4. Oleh Vasylevskyi, Ihor Neyko, Yurii Yelisavenko, Mykhailo Matusiak. Characteristics of natural oak forests of in se «Khmilnytske lisove hospodarstvo» and implementation of measures for their regeneration. *Scientific Horizons*, 24 (2), P. 37-46
5. M. V. Matusiak Optimization of oak tree stands growing in conditions of Vinnytsia region. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. №15. С. 161-172.
6. Matusiak M. Influence of soil conditions on the peculiarities of growing oak seedlings in botanical garden of Vinnytsia national agrarian university. *Slovak international scientific journal*. 2020. Vol. 1, (№45). P. 3-10

Тетяна СОЛОНІНКО⁴,

студентка 3 курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

НАУКОВІ ОСНОВИ ДЕКОРАТИВНОЇ ФЛОРИСТИКИ У СВІТІ, УКРАЇНІ, ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

***Анотація.** В роботі було проаналізовано стилі сучасної декоративної флористики та види флористичних композицій. Основні естетичні принципи складання флористичних композицій. Створення та проведення опису етапів флористичної подарункової композиції. Дослідити особливості створення весільних флористичних композицій.*

Створення та проведення опису етапів фітокартини з горшкових сукулентів. Формування та технологія створення флористичних композицій (подарункова флористична композиція, весільний букет, фітокартина). Процеси створення висвітлені у рисунках.

Основна спрямованість роботи випробування даних видів в умовах біостаціонару та експозиційної ділянки кафедри ВНАУ та їх впровадження у Вінниці.

⁴Науковий керівник – к.б.н., доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Прокопчук В.М.

Annotation. The styles of modern decorative floristics and types of floral compositions were analyzed in the work. Basic aesthetic principles of composition of floral compositions. Creating and conducting a description of the stages of floral gift composition. Investigate the peculiarities of creating wedding floral arrangements.

Creating and conducting a description of the stages of the phyto picture of potted succulents. Formation and technology of creation of floral compositions (gift floral composition, wedding bouquet, phytopainting). The creation processes are highlighted in the figures.

The main focus of testing these species in the biostationary and exhibition area of the Department of VNAU and their implementation in Vinnytsia

Вступ. Людина почала милуватися квітами з моменту свого становлення особистістю, тобто власне з того моменту, як відчула себе людиною. З найдавніших часів квіти наші постійні супутники в самі радісні, урочисті і трагічні хвилини. Вони допомагають нам виразити яскравіше нашу любов, захоплення, повагу, вірність і пам'ять.

В будь якому своєму прояві квіти не просто джерело краси, вони також дозволяють людині проявити нескінченну кількість почуттів. Вони являють собою яскраву пляму і природнім шляхом стають одним з основних елементів декоративного оформлення інтер'єру.

Квітучі простори ланів та степів, аромати лісу та запашних трав – все це можна відтворити в стильних композиціях з природного, екологічно чистого матеріалу.

Мета. Полягає у вивченні теоретичних засад та оволодіння практичними навичками створення флористичних композицій.

Предметом дослідження. Процес вивчення декоративної флористики на сучасному етапі у світі та Україні. Розробка святкових композицій та їх використання.

Актуальність теми. При дослідженні створення фітокартин було виявлено, що даний вид композицій був введений в озеленення інтер'єрів відносно нещодавно, та за рахунок своїх переваг набув популярності. Оскільки дана композиція є креативним дизайнерським рішенням, попит на фітокартини стрімко зростає.

Людина почала милуватися квітами з моменту свого становлення особистістю, тобто власне з того моменту, як відчула себе людиною. З найдавніших часів квіти наші постійні супутники в самі радісні, урочисті і трагічні хвилини. Вони допомагають нам виразити яскравіше нашу любов, захоплення, повагу, вірність і пам'ять.

В будь якому своєму прояві квіти не просто джерело краси, вони також дозволяють людині проявити нескінченну кількість почуттів. Вони являють собою яскраву пляму і природнім шляхом стають одним з основних елементів декоративного оформлення інтер'єру.

Квітучі простори ланів та степів, аромати лісу та запашних трав – все це можна відтворити в стильних композиціях з природного, екологічно чистого матеріалу.

Результати досліджень. Згідно опрацьованої літератури та з використанням інформаційних джерел був проведений аналіз створення подарункової флористичної композиції із живих квітів у декоративному стилі відповідно до методики Я.В. Пузиренко. На основі дослідженого матеріалу та набутих практичних навичок була створена подарункова флористична композиція, яка налічує 5 видів зрізочного рослинного матеріалу (табл.1).

У ході виконання роботи використовувалися декоративні матеріали та пристрої зазначені у таблиці 2.

Таблиця 1

Зрізочний рослинний матеріал для виконання флористичної композиції із живих рослин

Українська назва	Латинська назва	Кількість використаного матеріалу, шт. (гілок)
Троянда аква	<i>RósaAqua</i>	7
Троянда спреї	<i>RósaSpray</i>	3
Гербера джемсона	<i>GerberaJamesonii</i>	2
Фікус каучуконосний	<i>Ficus altissima</i>	2
Рускус	<i>Rúscus aculeatus</i>	5

Запропонований такий асортимент рослин у зв'язку з певними їх перевагами:

- Гербера використовувалась у зв'язку із стійким водним балансом.
- Троянда стійка до зміни температурного режиму та вологості
- Троянда спреї використовувалась через декоративний вигляд і компактну форму бутонів.

• Для оформлення об'єму композиції та у якості фону використовувався рускус та листя фікуса каучуконосного. При використанні зеленого матеріалу спиралися на показники стійкості та терміни збереження зрізочного матеріалу.

Таблиця 2

Декоративні матеріали та пристрої для виконання флористичної композиції із живих рослин

Основні групи інструментів, приладів та матеріалів при створенні флористичних композицій	Назва інструменту, приладів, матеріалу
Інструменти, приладдя та матеріали для обробки та підготовки рослинного матеріалу	Секатор, ніж, флористичні ножиці, клейовий термопістолет
Пристрої та матеріали для закріплення рослин у композиції	Оазис (флористична губка)
Посуд для композицій та обладнання для експонування композиції	Підставка

Декоративні підставкою служить капелюшкова коробка. У середині неї закріплений оазис (флористична губка), який дозволяє зберігати декоративні якості та є пристроєм для закріплення рослинного матеріалу у композиції.

Робота зі створення подарункової флористичної композиції була проведена у шість етапів.

Перший етап включає підготовку робочого місця та матеріалів. Перед використанням в композиції усього зріз очного матеріалу необхідно його підготувати для збереження його довготривалої свіжості та декоративної привабливості.



Стебла усіх рослин були зрізані під кутом 45° та очищені стебла, що дозволить квітам вбирати більшу кількість вологи. Таким чином був підготовлений весь рослинний матеріал. Паралельно із підготовкою рослинного матеріалу, необхідно підготувати оазис, зануривши його у ємкість з водою, для насичення вологістю.

На другому етапі необхідно підготовлений блок оазису ретельно закріпити у декоративну підставку, так чином щоб флористична губка була нерухомою (Рис. 1).

На третьому етапі формуємо основу та задаємо фон композиції, розміщуючи листки фікуса горизонтально, а стебла рускусу під невеликим кутом. Таким чином задаємо форму композиції. Четвертий етап. Розподілити акценти в композиції вдалося за допомогою поодиноких бутонів гербери та троянди. Дані квіти були розміщені асиметрично по всій поверхні композиції (Рис. 2).

У ході виконання п'ятого етапу формували динамічність та натуральність композиції з використанням гілок троянди спреї. Даний рослинний матеріал надає виразності та об'єму композиції.

На завершальному етапі створення квіткової композиції виконуємо заповнення утворившихся проміжків дрібними бутонами квітів та невеликими стеблами рускусу. При виконанні композиції звертаємо увагу на її рівномірність, адже створена композиція повинна мати естетичний і декоративний вигляд з будь-якої точки огляду (Рис. 3).



Висновок. Формування подарункової флористичної композиції із живого рослинного матеріалу виконувалась за допомогою таких професійних інструментів: флористичних ножиць, секатора та термопістолета, а також приладів: флористичної губки (оазис), капелюшкової коробки.

З рослинного матеріалу для створення подарункової флористичної композиції із живого рослинного матеріалу використовували: зрізочну троянду (сорт Аква) у кількості 7 шт., троянду (сорт Спрей) – 3 шт., зрізочну герберу (сорт Джемсон) – 2 шт., зелень рускус – 5 гілок та листя фікуса каучуконосного – 3 листка. Створення композиції відбувалося у 6 технологічних етапів та відображено у рисунках.

Список використаних джерел

1. Анисимова Анастасія. Домашня флористика. М.: Ниола 21 століття 2004. 144 с.
2. Бегонія Р. Школа флористики. Мистецтво складання букетів для урочистих випадків. М.: Ексмо, 2007. 112 с.
3. Прокопчук В.М. Мазур В. А. Декоративне садівництво і квітникарство. Навчальний посібник. Вінниця, 2011. - 89 с. 5
4. Лісопаркове господарство. Навчальний посібник для студентів спеціальності 206 «Садово-паркове господарство». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 255с.
5. Іщук Л.П., Олешко О.Г., Черняк В.М. Квітникарство. Навчальний посібник-Біла Церква, 2014. 292с.
6. Мазур В.А., Панцирева Г.В., Дідур І.М., Прокопчук В.М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація сільськогосподарське виробництво. ВНАУ. 2018. С. 231

Олена ЗАВАЛЕЦЬКА⁵,
студентка 3-го курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ ВІННИЧНИНИ КВІТКОВО-ДЕКОРАТИВНИХ ВИДІВ РОДУ *ANTIRRHINUM L*

Анотація. В роботі було досліджено видовий та сортовий склад роду *Antirrhinum L.*, вивчено біоморфологічні особливості перспективних сортів, також особливості їх вирощування та використання в декоративному садівництві Вінниччини та в озелененні паркової зони ВНАУ.

Основна спрямованість роботи випробування даних видів в умовах біостаціонару та експозиційної ділянки кафедри ВНАУ та їх впровадження в озеленення різних об'єктів Вінниччини.

При проведенні досліджень було виявлено найбільш перспективні та життєздатні сорти, які рекомендовано в озелененні Вінниччини.

Це такі сорти, як *Flamme*, *Scharlach* та *Eldorado*.

Annotation. The species and varietal composition of the genus *Antirrhinum L.* was studied, biomorphological features of promising varieties were studied, as well as the peculiarities of their cultivation and use in ornamental horticulture of Vinnytsia region and in landscaping of the park zone of VNAU.

The main direction of the test of these species in the biostationary and exposition area of the department of VNAU and their introduction into landscaping of various objects of Vinnytsia region.

The research revealed the most promising and viable varieties that are recommended for landscaping in Vinnytsia.

These are varieties such as *Flamme*, *Scharlach* and *Eldorado*.

Вступ. В роботі було досліджено біоморфологічні особливості сортів роду *Antirrhinum L.*, та перспективи їх використання в умовах Вінниччини.

Серед широкого спектру квітково-декоративних рослин до числа найбільш перспективних для використання в озелененні належать види та сорти роду *Antirrhinum L.* Найбільш популярним є вид *Antirrhinum majus* (антирінум великий) – однорічна красиво квітуча рослина родини ранникових [1,3].

Залежно від сорту і групи рослини, їх висаджують в якості доповнення загальної картини ландшафтного дизайну, бордюру, яскравого колірною краплення близько чагарникових посадок.

Враховуючи високі декоративні якості рослин даного виду і широкі можливості їх застосування, ці рослини становлять значний інтерес для садівництва будь-якої країни як цінне джерело для поповнення асортименту

⁵*Науковий керівник – к.б.н., доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Прокопчук В.М.

квітниково-декоративних культур. Дослідження та випробування окремих сортів виду дозволили зробити попередні висновки відносно перспективності їх вирощування в зоні Поділля та рекомендувати для оформлення квітників, парків і лісопарків Вінниччини [2].

Мета роботи. Дослідження видового та сортового складу роду *Antirrhinum* L., вивчення біоморфологічних особливостей перспективних сортів. На основі вивченого провести добір асортименту для озеленення.

Об'єкт дослідження. Рослини роду *Antirrhinum* L.

Мета досліджень. Дослідження виконано в лабораторних і польових умовах в закритому ґрунті.

Результати досліджень. Антірінум (*Antirrhinum* L.) - однорічна красиво квітуча рослина родини ранникових. *Antirrhinum majus* прекрасний у всіх відношеннях, так як має незвичайний, оригінальний вигляд і при цьому не вимагає особливих умов при вирощуванні і подальшому догляді [5]. Можна використовувати рослину для озеленення балконів. Дуже добре виглядає в поєднанні з такими рослинами, як Лобулярія морська, шавлія і космея. Рекомендується також прикрашати ротиками клумби, міксбордери, узлісся з чагарниками. З низькорослих сортів формують відмінні бордюри, які також можна висаджувати цілими групами на тлі збірних квітників або газону. Своїми різноманітними відтінками рослини утворюють в саду яскраві кольорові плями. Часто вирощується для зрізання і зберігання в вазах, як декоративну рослину в квітниках, альпінаріях, газонах і групах [6].

Об'єктом дослідження були морфометрія, деякі аспекти фенології, біологія розвитку рослин, тривалість і інтенсивність цвітіння в різні етапи генеративного періоду, репродуктивна здатність видів роду *Antirrhinum* L.

При проведенні фенологічних спостережень були зафіксовані основні фенофази, їх календарні строки та тривалість. Дані морфометрії використовували для вивчення морфологічних особливостей росту й розвитку, насамперед, формування структури рослин у видів досліджуваного роду під впливом комплексу ґрунтово – кліматичних умов як району досліджень, так і обраної нами ботаніко – географічної зони України [7].

Як предмет дослідження були використані види з роду *Antirrhinum* L., а саме:

Antirrhinum austral , *Antirrhinum barrelieri* , *Antirrhinum calycinum*, *Antirrhinum orontium* , *Antirrhinum virga*.

Об'єктом досліджень були фенологія, морфометрія, органогенез, ряд аспектів репродуктивної біології, а саме інтенсивність цвітіння в різні проміжки генеративного періоду, репродуктивна здатність особин, біоморфологічна та систематична структура багаторічних видів родини в культивованій флорі України та світу.

При проведенні фенологічних спостережень фіксували основні фенофази, їх календарні строки та тривалість. Дані морфометрії використовували для вивчення морфобіологічних особливостей росту й розвитку, насамперед, формування структури рослин у багаторічних видів під впливом комплексу едафо-кліматичних умов як району досліджень, так і обраної нами ботаніко-географічної

зони України. Опис сортів *A. majus* наведений в таблиці 1. Результати ж їх оцінки за декоративними якостями подані в таблиці 2.

Таблиця 1

Загальна характеристика сортів *Antirrhinum majus*, що пройшли первинне інтродукційне випробування в умовах м. Вінниця.

Сорт	Кількість днів від посіву до цвітіння	Розміри рослин, см		Довжина суцвіття, см	Квітка		Строки цвітіння	Садова група
		висота	ширина		діаметр, см	забарвлення		
Снігопад	85	70-80	30-40	18-20	4-4,5	Білий	Червень-вересень	X
Цвіт яблуні	80	60-70	30-35	20-25	4-5	Рожевий з білим	Червень-вересень	V
Фламе (Flamme)	92	50-60	30-40	15-20	2,5-3	Яскраво-червоні	Червень-вересень	III
Шарлаховий (Scharlach)	90-98	50-65	35-45	20-25	3-3,5	Шарлаховий	Червень-вересень	V
Ельдорадо (Eldorado)	100-105	40-45	30-35	18-20	3-4	Лимонно-жовтий	Липень-вересень	VIII
Том-Тумб	75-80	20-25	35-40	12-15	2,5-3	Білий	Червень-жовтень	IV

Всі досліджувані нами сорти отримали високі оцінки їх декоративності, оскільки рослини в умовах інтродукційного експерименту мали добре розвинені суцвіття, рясне і тривале квітування, проявили здатність зберігати яскравість свого забарвлення протягом усього періоду життя квітки незалежно від погодних факторів.

Відомо, що *A. majus* належить до провідних культур, що набули широкого застосування в озелененні. Цьому сприяє насамперед те, що висока декоративність яскраво забарвлених суцвіть поєднується з дуже довгим періодом безперервного цвітіння, яке триває з червня і до настання стійких морозів.

1. Досліджувані нами сорти *A. majus* Цвіт яблуні і Шарлаховий отримали найвищі оцінки їх декоративності (відповідно 99 і 98 балів), оскільки рослини в умовах інтродукційного експерименту мали добре розвинені суцвіття, рясне і тривале квітування (112 і 130 днів), проявили здатність зберігати яскравість свого забарвлення протягом усього періоду життя квітки незалежно від погодних факторів.

2. Тривалість онтогенезу *Antirrhinum majus* в однорічній культурі визначається кліматичними факторами. За даними спостережень, проведеними в роки досліджень, цвітіння припиняється в середньому з 25 жовтня, а наростання і дозрівання плодів ще раніше, з 6 жовтня, але рослини продовжують вегетувати до настання стійких морозів. Тривалість онтогенезу для цього виду при його вирощуванні в розсадній культурі становить понад 230 днів. При прямому посіві у ґрунт вона скорочується до 160-170 днів.

3. Дослідження показали, що *Antirrhinum majus* (сорт Фламе) проявив себе як культура високої тривалості (128 днів) та інтенсивності цвітіння (40 квіток), яка досягала максимальних своїх значень на 20-й день від початку фази.

4. В ході первинного сортовипробування, проведеного з 6 сортами ротиків садових в умовах м. Вінниці встановлено, що їх онтогенез або їх річний цикл завершується повноцінним плодоношенням з переважно високою насінневою продуктивністю, що кількісно виражається від 2,07 до 3,92 г на рослину, з кількістю насіння в одному грамі, яка вимірюється показниками від 4,5 до 5,8 тисяч штук.

Таблиця 2

Оцінка декоративної цінності сортів *A. Majus*

Назва ознаки	Перевідні коефіцієнт и	Снігопад		Цвіт яблуні		Фламе		Шарлаховий	
		5 - бальна	100 - бальна	5 - бальна	100 - бальна	5 - бальна	100 - бальна	5 - бальна	100 - бальна
Колір квітки і стійкість її до вигорання	4	5	20	5	20	5	20	5	20
Величина квітки	1	5	5	5	5	4	4	4	4
Суцвіття (величина, щільність розміщення квіток, кількість квіток)	4	5	20	5	20	4	16	5	20
Якість квітконоса	2	5	10	5	10	5	10	5	10
Кущ (форма, міцність, декоративність)	2	5	10	5	10	5	10	5	10
Ремонтантність	2	4	8	4	8	5	10	5	10
Рясність цвітіння	2	4	8	5	10	5	10	5	10
Оригінальність	2	4	8	5	10	5	10	5	10
Стан рослин (рівність сорту)	1	5	5	5	5	5	5	5	5
Усього			94		98		95		99

Такі показники продуктивності свідчать про сприятливість умов Поділля для насінництва більшості сортів ротиків садових, які були піддані тестуванню в цьому регіоні.

Таблиця 3

Біоморфологічні особливості та рекомендації з використання декоративних рослин
Antirrhinum mauijs

Назва сорту	Життєва форма	Тип вегетації	Розміри рослин, см.		Тривалість цвітіння, днів	Рекомендації з використання
			висота	ширина		
Снігопад	Однорічник	Літньозелений	70-80	30-40	105	Клумби, рабатки, дендротрав'яністі міксбордери, природні угруповання, зріз
Цвіт яблуні	Однорічник	Літньозелений	60-70	30-35	112	Клумби, рабатки, трав'яністі міксбордери, групи, зріз
Фламе	Однорічник	Літньозелений	50-60	30-40	122	Клумби, рабатки, композиції, групи, горшки, корзини, зріз.
Шарлаховий	Однорічник	Літньозелений	50-65	35-45	130	Підвісні корзини, декорування підпірних стінок, кам'янистий сад, квітники
Ельдорадо	Однорічник	Літньозелений	40-45	30-35	97	Клумби, групи, декоративні плями, бордюри, горшки, вази.
Том-Тумб	Однорічник	Літньозелений	20-25	35-40	118	Групи, кам'яністі садки, квітники, горшки, мавританські газони

5.3 практичної точки зору усі досліджувані сорти викликають інтерес як потенційно цінні об'єкти для збагачення асортименту декоративних рослин України та є перспективними для поліпшення стану парків, скверів та садків Вінниччини і заслуговують широкого впровадження в квітникарство відкритого ґрунту

Список використаних джерел

1. Довідник сучасного ландшафтного дизайнера. Прокопчук В.М., Циганський В. І., Монарх В.В., Матусяк М.В. Вінниця: ВНАУ, 2016. 179 с.

2. Іщук Л.П., Олешко В.М., Черняк, Л.А. Квітникарство. Біла Церква: навч. посіб., 2014. 23-30с.
3. Прокопчук В.М., Мазур В.А. Декоративне садівництво і квітникарство: навч. посіб. Вінниця, 2011. 89с.
4. Лісопаркове господарство: навчальний посібник для студентів спеціальності 206 «Садово-паркове господарство». Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 255с.
5. Іщук Л.П., Олешко О.Г., Черняк В.М. Квітникарство: навч. посіб. Біла Церква, 2014. 292с.
6. Вадченко Н.Л. Золота енциклопедія сучасного квітництва. Донецьк: ТОВ «ВКФ, БАО», 2009. 79-88с.
7. Бессонова В.П. Рослини квітників: довідник. Дніпро. Видавництво «Свідлер А.Л.», 2010. 99с.

Аліна РОТАР⁶,
студентка 3 курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЛІСІВ У КОМПЛЕКСІ ЗБЕРЕЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

Анотація. У статті досліджується питання, що відноситься до сучасного екологічного стану лісів, їх вплив на стан сільськогосподарських угідь. Було досліджено основну екологічну проблему сільськогосподарських угідь та їх вирішення за допомогою лісів, проведено аналіз організацій моніторингу лісів в Україні та їх функції. Дане дослідження зумовлено погіршенням стану лісових екосистем у результаті зростання негативного впливу біотичних, абіотичних та антропогенних факторів. Пошук шляхів для підвищення продуктивності лісових насаджень.

Abstract. The article investigates the issue related to the current ecological state of individuals, their impact on the state of agricultural land. The main ecological problem of agricultural lands and their solution with the help of individuals was investigated, the analysis of organizations of monitoring of functions in Ukraine was carried out. This study is due to the deterioration of the state of forest ecosystems as a result of the growing negative impact of biotic, abiotic and anthropogenic factors. Finding ways to increase the productivity of forest missions.

Вступ. Важливе значення для розвитку сільського господарства мають ліси. Вони створюють позитивні екологічні умови для його розвитку, захищають сільськогосподарські угіддя від затоплення і підтоплення, водної і вітрової ерозії

^{6*}Науковий керівник - доктор с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Ткачук О.П.

грунтів, сприяють інтенсифікації процесів гумусифікації, регулюють водно-повітряний режим, позитивно впливають на кліматичні умови. Виконуючи велику середовищноформуючу, кліматоутворюючу, та водорегулюючу функції, ліси позитивно впливають на продуктивність і економічну ефективність використання сільськогосподарських угідь. Їх поєднання в ландшафтах різних природно-економічних зон впливає на розміщення і спеціалізацію сільськогосподарського виробництва [1].

Ліси мають зональне розміщення. Найбільші площі лісів на Поліссі, тут їх територіальне поєднання з заболоченими і перезволоженими землями, водними екосистемами, луками і пасовищами та орними землями створює особливі умови для сільськогосподарського виробництва. Сільськогосподарське виробництво нерозривно пов'язано із використанням природних ресурсів, особливе місце серед яких займають лісові ресурси. Враховуючи те, що ліс – це не тільки сировина для промисловості, але й запорука процвітання сільського господарства [2].

Виклад основного матеріалу. Ліси є найбільш поширеними та цінними, порівняно з іншою рослинністю. Ліс – це біологічна система, переважаючим компонентом якої є дерева. Лісові екосистеми зберігають ріки від забруднення, знищення і висихання, забезпечують атмосферу вологою та великою кількістю кисню, є фільтраторами атмосфери, поглинають з неї вуглекислий газ і пом'якшують клімат. Неоціненне значення лісу для сільськогосподарського виробництва, він покращує мікроклімат приземного шару повітря, пом'якшує різні коливання температури, збирає і зберігає вологу в ґрунті і повітрі, затримує вітер і захищає цим поля від нищівних засух і пилових бур. Ліс залишається основним джерелом деревини і забезпечує цінною сировиною різні галузі природного господарства. Тому правильне використання і охорона лісу з кожним роком набуває все більшого значення для сільського господарства і країни в цілому [3].

Виявлено, що ліси є важливим стратегічним природним ресурсом України. Лісове господарство майже на всіх лісових землях України ведеться спеціалізованими державними та комунальними лісовими підприємствами підпорядкованими державі та територіальним громадам. Визначено, що основним органом виконавчої влади України у галузі лісового та мисливського господарства є Державне агентство лісових ресурсів України (Держлісагентство), яке керує 73 % лісів країни [4].

Досліджено, що економічний стан показників лісового господарства знаходиться на дуже низькому рівні. Знайдено проблеми, які на сьогоднішній день стримують розвиток лісового сектора національного господарства при управлінні лісами в лісовому господарстві. Сформовано важливий принцип управління в лісовій галузі, тобто це повне та комплексне використання сировини і матеріалів, які отримують від лісу, адже тільки комплексність лісокористування передбачає збалансоване використання всіх сировинних лісових ресурсів та їх компонентів [5].

Звернено увагу на визначені напрямки для ефективного використання потенціалу природних ресурсів, відновлення механізмів співпраці в регіоні та на міжрегіональному рівні, збільшенні частки кінцевої продукції, яку отримують при

завершенні циклу виробництва. Встановлено, що основний розвиток лісового господарства ґрунтується на гармонійному поєднанні екологічних, економічних та соціальних функцій лісів. Встановлено, що потрібна реалізація комплексу прийнятих заходів створить сприятливі умови для дієвого дотримання нормативно-правових актів щодо використання та відтворення лісів в Україні [6].

Моніторинг лісів – це система постійних спостережень, оцінки та обробки інформації про стан лісів та передбачення його змін з метою забезпечення інформаційно-аналітичної підтримки та прийняття рішень для сталого управління лісами. Моніторинг є основною частиною інформаційної системи підтримки управління лісами. Моніторинг лісів забезпечується шляхом збирання, передавання, збереження та аналізу інформації про стан лісів, передбачення змін у лісах і створення науково обґрунтованих пропозицій для інформаційно-аналітичного забезпечення керування лісами, ухвалення рішень щодо передбачення негативних змін стану лісів, дотримання норм екологічної безпеки та принципів керування лісового господарства на основах сталого розвитку [7].

Функціонування моніторингу лісів має забезпечити: підвищення оперативності отримання і якості первинних даних про екологічний стан лісів; зростання рівня адекватності між реальним екологічним станом лісів та його інформаційною моделлю; підвищення рівня обґрунтування прийняття рішень з управління лісами; покращення якості інформаційного забезпечення споживачів лісоекологічної інформації шляхом застосування сучасних комп'ютерних та інформації технологій.

Основні завдання моніторингу лісів: довгострокові систематичні спостереження за станом лісових екосистем України для одержання повної, об'єктивної та своєчасної інформації щодо його поточних змін; виявлення та оцінка факторів (природних і антропогенних), які впливають на стан лісів, оцінка масштабів погіршення стану лісів, з'ясування причин і механізмів зміни стану лісів; інформаційно-аналітична підтримка рішень щодо управління лісами.

Моніторинг лісів – багаторівнева система спостережень. Виділяють два рівні моніторингу: I (екстенсивний) та II (інтенсивний). Призначення моніторингу I рівня (екстенсивного) – отримувати інформацію про часову та просторову динаміку стану лісів і визначити території, на яких відбуваються суттєві зміни стану лісів. Для цього на рівномірній мережі ділянок проведення досліджень з відповідним рівнем достовірності визначаються індикатори стану лісів і записуються їх зміни для визначення стану їх відхилень від норми.

Ключовими лісничими науковими установами країни є Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького (УкрНДІЛГА) та Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака (УкрНДІГірліс). УкрНДІЛГА (м. Харків) підпорядковані Степовий (м. Херсон) та Поліський (м. Житомир) філіали, 7 науково-дослідних станцій (Вінницька, Київська, Кримська, Луганська, Маріупольська, Новгород-Сіверська, Харківська) та Краснотростянецьке відділення УкрНДІЛГА [8].

Наукова діяльність УкрНДІГірліс (м. Івано-Франківськ) здійснюється на території Карпатського регіону (Івано-Франківська, Закарпатська, Львівська та

Чернівецька області). Тут сформовано науково-дослідну та експериментальну групи, які включають Закарпатське відділення УкрНДІгірліс (м. Мукачеве), Гірське науково-дослідне відділення (с. Зелена), гідростационари. Дослідна мережа УкрНДІЛГА та УкрНДІгірліс охоплює всі природно-кліматичні райони України, а також унікальні об'єкти лісної науки, багато з яких створені понад 150 років тому. У 2004 році загальним рішенням Президії Національної академії наук України (НАН України) та Державного комітету лісового господарства України інститути УкрНДІЛГА та УкрНДІгірліс отримали статус наукових установ подвійного підпорядкування – Держкомлісгоспу (нині – Держлісагентству, в структурі фінансово-господарської діяльності та в науково-методичному плані) та НАН України (в науково-методичному плані). Наукові дослідження підвідомчих установ.

Висновок. Сільське господарство України – найбільша галузь, що вміщує в себе і має могутній природо-ресурсний потенціал. Близько 70% території України займають сільськогосподарські угіддя і тому ця галузь має великий вплив на природне середовище, ніж будь-яка інша. Розораність в Україні досягла 72%, а в ряді областей перевищує 88 %. На даний момент стан цих угідь є критичним. Саме завдяки здійсненню науково-обґрунтованого моніторингу лісів можна забезпечити охорону, збереження, відновлення та підвищення родючості ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Бойко Я.М., Гапак Н.М., Завадяк Р.І. Лісове господарство як складова сталого розвитку регіону. *Науковий вісник Ужгородського університету. Економіка*. 2012. № 37. С. 71-74.
2. Державна стратегія управління лісами України до 2035 року (проект). URI: <https://www.openforest.org.ua/i49897/>
3. Дзюбенко О.М. Пріоритети інвестиційно-інноваційного забезпечення господарського освоєння лісоресурсного потенціалу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 9. С. 15-20.
4. Дяченко М.І., Жмуденко В.О., Чукіна І.В. Обґрунтування пріоритетів стратегічного розвитку лісового господарства на основі інвестиційно-інноваційного забезпечення. *Економіка та суспільство*. 2021. № 24. URI: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journai/article/view/203/i95>
5. Кичко І.І., Гарус Ю.О. Перспективи розвитку лісового господарства України. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського*. 2016. Вип. 11. С. 128-132.
6. Ксьондз С.В., Підгірна В.С., Сеньовська Я.В. Обґрунтування напрямів підвищення ефективності економічної діяльності лісових господарств. *Агросвіт*. 2019. № 20. С. 64-70.
7. Озеран В.О., Чік М.Ю. Впровадження концепції стійкого розвитку на підприємствах лісового господарства. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу: міжнародний збірник наукових*. 2011. Вип. 3 (21), Ч. 1. С. 266-273.
8. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URI: <http://ukrstat.gov.ua>

Наталія СІДЕНКО⁷,
магістр 1-го року навчання,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ВОДИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ В МЕЖАХ М. ВІННИЦЯ

***Анотація.** Робота присвячена аналізу екологічного стану річки Південний Буг в межах м. Вінниця, огляду сучасних джерел забруднення, їх якісного та кількісного визначення, основних забруднюючих речовин, та шляхів їх надходження у природні водойми.*

Проведено аналіз основних фізичних, біологічних та хімічних показників якості вод, наведено порівняння отриманих результатів з нормативами гранично допустимих концентрацій.

***Annotation.** The work is devoted to the analysis of the ecological state of the Southern Bug River within Vinnytsia, review of modern sources of pollution, their qualitative and quantitative determination of sources of pollution of surface waters, major pollutants, and ways of their entry into natural reservoirs.*

The analysis of the basic physical, biological and chemical indicators of quality of waters is carried out, the comparison of the received results with norms of maximum admissible concentrations is resulted.

***Постановка проблеми.** Гідрологічна мережа міста представлена річкою Південний Буг та її притоками. Зокрема, у місті налічується близько 37 малих річок. Південний Буг є головною водною артерією міста. Його води використовують для задоволення комунальних, культурних та господарсько-побутових потреб [1].*

Основним водокористувачем в межах міста є КП «Вінницяоблводоканал». Підприємство надає послуги з водопостачання та водовідведення, якими користується більшість мешканців міста. Відповідно важливим є якісний стан води. Так, покращення стану якості води при заборі зменшує фінансові та енергетичні затрати на її очищення [2].

З кожним роком екологічний стан води річки Південний Буг все більше погіршується. Характерними є зміна кольору та природного запаху, особливо у весняно-літній період. Береги водойми засмічені пластиком та іншим сміттям, яке залишають після себе відпочивальники. Протягом року також можна спостерігати тенденцію до збільшення скиду хімічних речовин у води річки.

***Мета статті.** Визначити основні шляхи та джерела забруднення вод річки Південний Буг, провести екологічний аналіз стану води, порівняти отримані дані з даними гранично-допустимих концентрацій, здійснити зв'язку з останніми*

⁷*Науковий керівник – д.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Ткачук О.П.

результатами якості води та перевірити тенденцію щодо збільшення рівня забруднення.

Виклад основного матеріалу. За даними «Доповіді про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2018 рік)» основним забруднювачем поверхневих вод у межах міста Вінниці є комунальне господарство. За 2018 рік ним було скинуто близько 99,4% від загального обсягу забруднених стоків, у той час як промисловістю – 0,6%. На території міста функціонує 5 комунальних підприємств (табл. 1) [3].

Таблиця 1

Комунальні підприємства міста Вінниці

№	Назва підприємства	Основна продукція
1	КП ВМР «Вінницяміськтеплокомуненерго»	Виробництво теплової енергії
2	КП «Вінницяоблтеплоенерго»	Виробництво теплової енергії
3	Комунальне підприємство «Вінницяоблводоканал»	Забір, очищення та розподілення води
4	КП «Вінницьке шляхове управління»	Будівництво та ремонт доріг, каналізацій
5	Комунальне унітарне підприємство «ЕКОВІН»	Вивіз і поховання побутових відходів і прибирання зелених зон

Серед усіх підприємств, які діють в межах міста Вінниці, найбільшим водоспоживачем є КП «Вінницяоблводоканал», що розміщене по вулиці Київська, 173.

Моніторинг вод річки Південний Буг в межах міста здійснюють такі структури, як: Басейнове управління водних ресурсів річки Південний Буг, що знаходиться у м. Вінниця, КП «Вінницяоблводоканал», Державна екологічна інспекція у Вінницькій області, Вінницька обласна державна гідрометеорологічна служба, Санітарно-епідеміологічна служба, Держпродспоживслужба у Вінницькій області та інші [4].

Екологічний стан води слід визначати, користуючись фактичними даними показників якості вод, порівнюючи їх до загальновстановлених нормативів гранично допустимих концентрацій.

Використовуючи отримані дані та нормативи ГДК проведемо оцінку фізичних показників якості води річки Південний Буг в межах міста Вінниці за січень 2020 року (табл. 2) [5].

Таблиця 2

Оцінка фізичних показників якості води річки Південний Буг в межах міста Вінниці

№ п/п	Показник	Фактичні показники (min - max)	ГДК
1	Запах, бали	2/3	не більше 2
2	Смак та присмак, бали	-	не більше 2
3	Кольоровість, градуси	60 – 70	не більше 20
4	Каламутність, мг/дм ³	7,25 - 12,85	не більше 0,58

Згідно таблиці 1 виявлено перевищення допустимих нормативів, а саме кольоровості – у 3-3,5 рази, каламутності – у 12,5-22,2 рази, що дозволяє зробити

висновок про забруднення водойми механічними мінеральними та органічними частинками, включаючи її замулення.

Для проведення комплексної оцінки стану вод варто врахувати можливість погіршення характеристик річки Південний Буг, за рахунок збільшення кількості органічних речовин та хвороботворних мікроорганізмів (табл. 3) [6].

Таблиця 3

Оцінка гідробіологічних показників якості води річки Південний Буг в межах міста Вінниці

№	Показник	Фактичні показники	ГДК
1	Мікробне число, КУО/см ³	50 – 2,7 x10 ²	Не більше 100
2	Коліфаги, БУО/дм ³	0 – 700	Відсутність
3	Фітопланктон, кл/см ³	33750 – 68750	-
4	Індекс БГКП, КУО/ дм ³	2300 – 110000	Відсутність
5	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	3,36 – 7,76	3,0
6	Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	10,4 – 14	Понад 15,0

За даними, отриманими в ході дослідження (табл. 3), визначено, що мікробні показники значно перевищують рівні допустимих концентрацій. Перевищення виявлено за вмістом розчиненого кисню, який становить 10,4 – 14 мгО₂/дм³, при нормі не менше 15 мгО₂/дм³, кисневий режим річки незадовільний. Значні перевищення мікробних показників свідчать про наявне мікробіологічне забруднення води. Висока кількість фітопланктону є причиною розвитку евтрофікаційних процесів, особливо на весні, зумовлюючи появу нехарактерного для водойми яскраво-зеленого кольору води та її неприємного запаху. Причиною такого негативного явища є надходження великої кількості мінеральних речовин, які провокують стрімкий ріст та розвиток водної рослинності [7].

Оскільки визначення фізичних та біологічних показників якості не дає повної інформації про екологічний стан вод, тому необхідно провести аналіз хімічних показників водойми (табл. 4) [8].

За проведенням аналізом хімічних показників у досліджуваних пробах було визначено перевищення гранично допустимих концентрацій за такими речовинами: марганець, амоній, окислювальність перманганатна, решта показників перебувають в межах норми.

Вміст марганцю становив 0,19 мг/дм³. При ГДК не більше 0,05 мг/дм³ зафіксовані перевищення у 3,8 разів.

Сполуки амонію були визначені у кількості 0,26 – 0,71 мг/дм³, за ГДК не більше 0,5 мг/дм³. Перевищення норм допустимих концентрацій складає у 1,42 рази [9].

Величина окислювальності перманганатної перебувала у межах 13,68 – 16,72 мгО₂/дм³, при ГДК не більше 5,0 мгО₂/дм³, що перевищує граничний рівень у 2,7 – 3,3 рази. Для перевірки динаміки поширення забруднення проведемо звірку з аналітичною довідкою про якість поверхневих вод річки Південний Буг у Вінницькій області за січень 2021 року [10].

Згідно довідки було відібрано 4 проби води в межах області. За отриманими даними більшість показників становлять значно менше, ніж рівень ГДК. Вміст нітратів, нітритів та амонію сольового знаходиться значно менше рівня токсичності. Перевищення лише спостерігається за такими показниками, як:

Таблиця 4

Оцінка хімічних показників якості води річки Південний Буг в межах міста Вінниці

№	Показник	Фактична концентрація	ГДК
1	Водневий показник (рН), од. рН	8,05 – 8,35	6,5 – 8,5
2	Залізо загальне, мг/дм ³	0,11	не більше 0,2
3	Загальна жорсткість, моль/м ³	5,9 – 6,5	не більше 7,0
4	Марганець, мг/дм ³	0,19	не більше 0,05
5	Сульфати, мг/дм ³	56,38	не більше 250
6	Сухий залишок, мг/дм ³	483 – 509	не більше 1000
7	Хлориди, мг/дм ³	36 – 39	не більше 250
8	Нітрати, мг/дм ³	3,62 – 4,64	не більше 50
9	Амоній, мг/дм ³	0,26 – 0,71	не більше 0,5
10	Нітрити, мг/дм ³	0,021 – 0,035	не більше 0,5
11	Мідь, мг/дм ³	< 0,02	не більше 1,0
12	Поліфосфати, мг/дм ³	0,18	не більше 3,5
13	Цинк, мг/дм ³	< 0,005	не більше 1,0
14	Алюміній, мг/дм ³	<0,04	не більше 0,5
15	Кадмій, мг/дм ³	<0,001	не більше 0,001
16	Миш'як, мг/дм ³	<0,01	не більше 0,01
17	Молибден, мг/дм ³	<0,0025	не більше 0,07
18	Ртуть, мг/дм ³	<0,0005	не більше 0,005
19	Свинець, мг/дм ³	<0,0005	не більше 0,01
20	Хром, мг/дм ³	<0,05	не більше 0,05
21	Нікель, мг/дм ³	<0,01	не більше 0,02
22	АПАР, мг/дм ³	0,033	не більше 0,5
23	Фториди, мг/дм ³	0,17	0,7
24	Нафтопродукти, мг/дм ³	0,043	не більше 0,1
25	Натрій, мг/дм ³	22,47	не більше 200
26	Кремній, мг/дм ³	3,29	не більше 10
27	Кобальт, мг/дм ³	<0,05	не більше 0,1
28	Селен, мг/дм ³	<0,0005	не більше 0,01
29	Сурма, мг/дм ³	<0,0005	не більше 0,005
30	Стронцій, мг/дм ³	<0,01	не більше 0,7
31	Окислювальність перманганатна, мгО ₂ /дм ³	13,68 – 16,72	не більше 5,0
32	Тригалогенметани мкг/дм ³	Відсутні	не більше 100
33	1,2 - дихлоретан, мкг/дм ³	Відсутній	не більше 3
34	Дибромхлорметан, мкг/дм ³	Відсутній	не більше 10
35	Трихлоретилен та тетрахлоретилен (сума), мкг/дм ³	Відсутні	не більше 10

біохімічне споживання кисню – у 1,9-2,8 рази перевищує норму ГДК, що складає 3,0 мгО₂/дм³; хімічне споживання кисню – у 1,8-2,7 рази перевищує норму ГДК, що становить 15,0 мгО₂/дм³ [11].

З вище наведених даних спостерігаємо динаміку збільшення забруднення органічними речовинами, а також стрімке поширення зелених водоростей.

Висновки. Зважаючи на такий характер розподілу поллютантів, можна зробити наступні висновки:

- високі показники каламутності та кольоровості вказують на замуленість водойми;

- значне перевищення ГДК за кількістю патогенних та мікробних показників слугує підставою виникнення мікробіологічного забруднення вод;

- перевищення концентрацій амонію зумовлює збільшення розвитку водної флори, а саме синьо-зелених водоростей, які провокують евтрофікацію на водоймі;

- високий рівень вмісту амонію спричинює сильну інтоксикацію живих організмів, судоми, порушення центральної нервової системи, вистрибування риби з води, порушення процесів дихання, за рахунок утворення метгемоглобіну;

- збільшення вмісту марганцю повідомляє про забруднення вод сполуками важких металів. Він провокує розвиток мутагенних процесів в організмів, є дуже токсичним, здатен викликати важкі інтоксикації, накопичуватися у живих тканинах;

- наявність перевищень величини окислювальності перманганату вказує на наявність речовин органічного походження у відібраних пробах, що негативно впливає на репродуктивну систему та нирки.

Отже, за результатами проведених досліджень встановлено, що води річки Південний Буг у межах міста Вінниця вимагають значної доочистки та не належать до класу чистих вод.

Список використаних джерел

1. Клименко В.Г. Загальна гідрологія: навчальний посібник для студентів. Харків, ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. 254 с.

2. Волошина Н.О. Загальна екологія та неоекологія: Навчальний посібник. Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. 335 с.

3. Ткачук О.П. Моніторинг довкілля: курс лекцій та практичні заняття: навчально-методичний посібник. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2014. 411 с.

4. Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. Моніторинг довкілля: підручник. Херсон: Олді-Плюс, 2012. 530 с.

5. Моніторинг поверхневих вод: навчальний посібник для студентів спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітній ступінь «бакалавр» усіх форм навчання. Полтава: ПолтНТУ, 2017. 82 с

6. Офіційний сайт Вінницької міської ради. URL: <https://www.vmr.gov.ua/default.aspx> (дата звернення 01.02.2022.).

7. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області (2018 рік). Вінниця: Департамент агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів, 2019. 229 с.

8. Український гідрометеорологічний центр. URL: <https://meteo.gov.ua/ua/33562>. (дата звернення 01.02.2022.).

9. Офіційний сайт комунального підприємства Вінницяоблводоканал. URL: <https://vinvk.com.ua/>. (дата звернення 01.02.2022.).

10. Мальцев В.І., Карпова Г.О., Зуб Л.М. Визначення якості води методами біоіндикації: науково-методичний посібник. К. Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, Недержавна наукова установа Інститут екології (ІНЕКО) Національного екологічного центру України, 2011. С. 107.

11. Офіційний сайт Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг у Вінницькій області. URL: <http://www.buvr.vn.ua/>. (дата звернення 01.02.2022.).

Інна ТИНЬКО⁸,
студентка 4-го курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університету
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ВІДХОДІВ, ЩО НЕ УТИЛІЗУЮТЬСЯ НА ЗМІНУ КЛІМАТУ

Анотація. У статті зазначено, що альтернативні джерела енергії, на перший погляд, це логічне вирішення багатьох енергетичних питань. Однак, з іншого боку, вони мають комплекс недоліків, що пов'язані з утилізацією. Автором подано основні способи отримання альтернативної енергії, а також причини появи різних видів відходів, які неможливо утилізувати. Ця проблематика створює негативні наслідки на компоненти довкілля.

Ключові слова. відходи, сонячні батареї, вітрові електростанції, електромобілі, альтернативні джерела енергії.

Abstract. The article notes that alternative energy sources, at first glance, are a logical solution to many energy issues. However, on the other hand, they have a number of disadvantages associated with disposal. The author presents the main methods of obtaining alternative energy, as well as the causes of various types of waste that cannot be disposed of. This issue has negative consequences for the components of the environment.

Key words. waste, solar panels, wind power plants, electric cars, alternative energy sources.

⁸*Науковий керівник: кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища ВНАУ Мудрак Г.В.

Вступ. Кожного дня людина здійснює різні покупки, частину яких використовує, а частину викидає у відходи. Значна кількість людей сортує відходи, щоб було в подальшому легше їх утилізувати. Відомо, що не повністю утилізуються поліетиленові пакети, побутова хімія, клеї, лаки тощо. Такі відходи негативно впливають на навколишнє середовище та на стан здоров'я людини. Але є речі, які мають мінімальний вплив на довкілля і при цьому замінюють штучні джерела енергії. Наприклад, сонячні батареї, вітрові електростанції (ВЕС), електромобілі. Вони створювались для того, щоб зменшити вплив шкідливих речовин на навколишнє середовище, полегшити життя людям та для того, щоб використовувати природну енергію збалансовано і раціонально. Однак, в багатьох випадках є негативні аспекти утилізації нетрадиційних джерел енергії – сонячних батарей, вітрових електростанцій, електромобілів. Відходи, які не підлягають утилізації призводять до підвищення рівня парникових газів в атмосфері Землі, що в подальшому призводить до негативних кліматичних змін.

Виклад основного матеріалу. Вітрові електростанції – є альтернативним джерелом енергії, вони замінюють найбільші забруднювачі атмосфери у галузі енергетики – теплові та атомні електростанції. Енергія вітру є відновлюваним джерелом енергії і доступна у всьому світі у значних кількостях. Таким чином, щоб раціонально використовувати цей природний ресурс, розроблені вітрові турбіни, які можуть працювати зі швидкістю вітру від 14 км/год до 90 км/год і широко використовуються в усьому світі [7].

Активний розвиток використання вітрової енергії, призводить до виникнення проблем утилізації елементів установок відновлюваних джерел енергії. Розрахунковий термін служби ВЕС становить у середньому 25 років. Основні матеріали, що використовуються у вітрогенераторах – це сталь, бетон і композити, з яких виготовляють лопаті. Для вітрової електростанції однією з проблем є питання утилізації лопатей. Більшість старих лопатей містять у своєму складі склопластикові полімерні композити, які є складними для переробки видом відходів. Найпоширенішим методом утилізації старих лопатей залишається їх захоронення, хоча багато країн ЄС забороняють такі «кладовища» тому, що вони займають величезні площі територій. Згідно із заявою «Бізнес на вітрі», наразі близько 80% всіх демонтованих вітрових турбін використовуються повторно в інших країнах (Італії, Великобританії, Швеції, Данії), а решта 20% переробляються. Через те, що використовувати їх знову з економічної точки зору недоцільно. До того ж нові турбіни більшого розміру є набагато конкурентоспроможними. Наразі виробники продовжують модернізувати процес виготовлення лопатей, свідомо продумуючи варіанти їх утилізації. У порівнянні з першими встановленими ВЕС, зросла також потужність самої установки, що дозволяє скоротити їх чисельність на вітровому полі. Що стосується інших елементів установки: бетонні та металеві частини (вежа і генератор) утилізуються так само як і інші конструкції різних підприємств загального профілю. Популярними методами утилізації є перероблення для використання у якості будівельних матеріалів або спалювання [3].

Сонячна енергія – альтернативне джерело енергії, яке наразі користується попитом. Також є самим швидкозростаючим і відновлюваним джерелом енергії у

світі. Відносне зниження вартості сонячної енергії зробило її доступною для більшої кількості числа людей, чим коли-небудь раніше, і призвело до її зростання та використання. Сонячні панелі будуть працювати десятиліттями, особливо при правильному обслуговуванні. Проектний термін служби сонячної панелі становить приблизно від 20 до 30 років, а більшість брендів-виробників сонячних батарей надають гарантію роботи для власників сонячної системи. Гарантія дає впевненість в тому, що сонячні панелі будуть генерувати певну кількість енергії, для неочікуваних похмурих днів. Але сонячні панелі з часом стають менш ефективними, а гарантія надійності захисту споживачів у разі передчасного зниження виробництва енергії відсутня. Більшість систем, встановлених наприкінці 1980-х на початку 90-х років, все ще виробляють достатню кількість енергії. Однак настане день, коли потрібна надійна інфраструктура для їх утилізації, так як з експлуатації буде виведено значну кількість сонячних систем.

Сьогодні в світі встановлено більше 400 гігаватт фотоелектричних модулів, важливо, щоб вони не стали тягарем для навколишнього середовища, а навпаки приносили користь людям і не нанесли шкоду в майбутньому. Існує два основних способи переробки панелей. Це так звана «тонка переробка», коли з відпрацьованих панелей вилучають для переробки практично всі елементи, і другий варіант – «груба переробка», коли вилучають тільки основні матеріали (алюміній, пластик, скло). При «тонкій переробці» попередньо обробляють модулі, видаляють ламіноване покриття, вилучають скло та метали.

Оскільки на сьогоднішній день сонячних відходів не велика кількість, їх в основному, переробляють на заводах для утилізації скла і металу. По суті, відбувається «груба переробка», при якій цінні та екологічно небезпечні метали не відновлюють і не видаляють. Надалі швидкий розвиток сонячної промисловості потягне за собою зростання кількості сонячних панелей, які необхідно переробити або використовувати в найближчі роки. Тому в деяких країнах виробників сонячних батарей вимагають дотримуватися вимог і стандартів утилізації на законодавчому рівні.

Але щороку дедалі більше панелей відпрацьовують свій термін придатності, і навіть зараз старі сонячні панелі поступово стають проблемою. Переробка їх все ще перебуває на дуже ранній стадії розвитку, але оскільки ринок продовжує зростати, цей напрямок відіграватиме важливу роль у сонячній промисловості. Для галузі, яка є досить стабільною, необхідно зосередитись на переробці наприкінці терміну служби сонячних панелей, щоб вони не переповнили звалища [5-6].

Наразі майбутнє електромобілів є очевидним і неминучим. У найближчі кілька років різноманітність моделей збільшиться, вони заповнять дороги в усьому світі, використання таких автомобілів є безпечним для навколишнього середовища та для водія. Так, дійсно акумуляторний блок Tesla Model S – можна вважати успіхом новітньої техніки. Тисячі циліндричних елементів із компонентами, що перетворюють літій та електрони в енергію, достатню для

того, щоб рухати автомобіль на сотні кілометрів знову і знову без викидів вихлопної труби [1].

Але коли термін служби акумулятора закінчується, його зелені переваги зникають. Якщо він потрапляє на звалище, його запчастини можуть виділяти токсичні речовини, включаючи важкі метали. А переробка батареї може бути небезпечною справою, попереджає вчений-матеріаліст Дана Томпсон з Університету Лестера. Одна з багатьох проблем, з якими стикаються дослідники, які намагаються вирішити проблему, що виникає це як переробити мільйони акумуляторів для електромобілів (EV), які виробники планують виробляти упродовж наступних кількох десятиліть. Сучасні батареї для електромобілів насправді не призначені для переробки. Це не було великою проблемою, коли електромобілі були рідкістю. Але зараз технології розвиваються. Кілька автовиробників заявили, що планують поступово відмовитися від двигунів внутрішнього згоряння впродовж кількох десятиліть, і галузеві аналітики прогнозують, що до 2030 року з'являться принаймні 145 мільйонів електромобілів, порівняно з 11 мільйонами минулого року [1].

«Люди починають усвідомлювати, що це велика проблема». У 2018 році Китай ввів нові правила, спрямовані на стимулювання повторного використання компонентів акумулятора електромобіля. Очікується, що Європейський Союз завершить виконання своїх перших вимог цього року. У Сполучених Штатах федеральний уряд ще не висунув мандатів на переробку відходів, але кілька штатів, включаючи Каліфорнію – найбільший автомобільний ринок країни – вивчають можливість встановлення власних правил.

Дотримуватись буде непросто. Батареї дуже відрізняються за хімічним складом і конструкцією, що ускладнює створення ефективних систем переробки. А запчастини часто скріплюються міцними клеями, що ускладнює їх роз'єднання. Це спричинило економічну перешкоду: виробникам акумуляторів часто дешевше купувати щойно видобуті метали, ніж використовувати перероблені матеріали. Батареї зазвичай визначаються металами в катоді. Розрізняють три основні типи батарей: нікель-кобальто-алюмінієвий, залізо-фосфатний і нікель-марганцевий-кобальтовий.

Тепер переробники націлені на метали в катоді, такі як кобальт і нікель, які мають високі ціни. Але через невеликі кількості метали схожі на голки в копиці сіна, які важко знайти і відновити. Тим часом дослідники зазначають, що для ефективної переробки батарей знадобиться більше, ніж просто технологічні досягнення. Висока вартість транспортування горючих предметів на великі відстані або через кордон може перешкоджати переробці. У результаті розміщення центрів переробки в потрібних місцях може мати «великий вплив». Але буде справжня проблема в системній інтеграції та об'єднанні всіх цих різних частин дослідження [1-2].

Відходи, що не утилізуються, негативно впливають на зміни клімату. Зростання рівня парникових газів в атмосфері Землі вже сьогодні відображається на стані клімату. Тверді відходи безпосередньо сприяють викидам парникових

газів через утворення метану у результаті анаеробного розпаду органічних відходів на звалищах і викидів закису азоту з установок для спалювання твердих відходів. Обидва ці парникові гази мають високий вплив на зміни клімату: метан має в 21 раз більший потенціал зігрівання, ніж вуглекислий газ, а закис азоту у 310 разів. За відсутності нормального «парникового ефекту» поточна середня температура на Землі 14°C може становити приблизно -19°C » [4].

Зміна клімату є актуальною екологічною проблемою, яка порушує природний баланс навколишнього середовища, і вона стала темою багатьох досліджень і дискусій в останні десятиліття. Зміна клімату спричиняє зміни температури, хмарності, розподілу опадів, швидкості вітру та штормів. Все це в майбутньому порушить комплекс заходів, пов'язаних з утилізацією відходів [4].

Висновок. Отже, існує значна кількість відходів при виробництві нетрадиційної енергії, які не підлягають утилізації та негативно впливають на навколишнє середовище, призводячи до глобальних змін клімату. Сонячні батареї, вітрові електростанції і електроавтомобілі створені для того, щоб зменшити негативний вплив на компоненти довкілля та стан здоров'я людей. Але натомість створюють нові загрози, які пов'язані із їх утилізацією.

Список використаних джерел

1. Акімов С.В., Чижков Ю.П. Електрообладнання автомобілів За кермом. 2004. 267 с.
2. Вітроелектростанція (ВЕС), вітрогенератори та вітряки [Електронний ресурс] Stud Files. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://mcl.kiev.ua/uk/vetrovye-elektrostantsii-ves-vetrogeneratory-i-vetryaki>
3. Переваги та недоліки сонячних батарей [Електронний ресурс] Stud Files. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.studfiles.ua>
4. Титко Р.М., Калініченко В.М. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України): Навчальний посібник. Варшава: OWG, 2010. 530 с.
5. Чучуй В.П., Уминський С.М., Інютін С.В. Альтернативні джерела енергії. Одеса: ТЕС, 2015. 398 с.
6. Радовенчик Я., Радовенчик В., Гомеля М. Характеристика утилізації та рекуперації відходів. Київ: Кондор, 2021. 248 с.

Богдан УГНІВИЙ⁹,
студент 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДИНАМІКА ЄВРОПЕЙСЬКИХ СТАНДАРТІВ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН АВТОТРАНСПОРТОМ

***Анотація.** Від початку виникнення автомобіля як масового явища, він сильно вплив на наше життя. З початку випуску масових автомобілів для великої кількості людей вони ставали все більшими забрудниками навколишнього середовища але все таки з часом над цим почали задумуватися.*

***Abstract.** From the beginning of the car as a mass phenomenon, it has greatly integrated into our lives. From the beginning of the production of mass cars for a large number of people, they became more and more polluters of the environment, but still over time began to think about it.*

Історія першого автомобіля почалася з XVIII століття, а саме появою перших парових машин, які використовувалися для військових потреб. Зацікавленість у машинах приводить до винайдення нових технологій та їх швидкого розвитку на початку XIX та впродовж всього XX століття. У цей час було винайдено двигун внутрішнього згоряння, повний привід, систему впорскування палива, ручні гальма, коробку передач та навіть електромобіль, який через замалу популярність повністю зник з поля зору до початку XXI століття, коли знову виникла зацікавленість в екологічно чистому транспорті.

У 1901 року було 10 000 автотранспортних засобів. Потрібно було п'ять років, щоб помножити це число на 10. У 1906 році у США було 100 000 автотранспортних засобів. Через 7 років, у 1913 році у США було 1 000 000 автотранспортних засобів. Через 8 років, у 1921 році у США було 10 000 000 автотранспортних засобів. Через 47 років, у 1968 році у США було 100 000 000 автотранспортних засобів. У 1994 році у США було 200 000 000 автотранспортних засобів. Пік настав у 2008 році – 255 917 664 транспортних засобів. З того часу машин у США більше не стає.

Першими масовими автомобілями початку 1920 років були “Ford Model T”(785 432), “Ford Model AA”(625 559), всі інші моделі були випущені в порівняно малих кількостях.

“Ford Model T” мав двигун об'ємом 2,9 л потужністю 20 кінських сил, використовував 11-18 літрів на 100 км, міг рухатися на бензині, гасі та етанолі. Згідно з даними перепису, в 1920 році в США налічувалось 10,5 мільйонів авто, з яких 983 тисяч були вантажними, автобусів – 50,56 тисяч.

⁹*Науковий керівник – д.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Ткачук О.П.

Автомобілі 40-50-х років 20 століття – “Volkswagen Käfer”, “Citroën Traction Avant”, “MG T-type” [1]. “Volkswagen Käfer” – для версії з двигуном потужністю 35 к.с. (25 кВт), максимальна швидкість була 115 км/год, середнє споживання пального було 6,7 л на 100 км [2]. 70-ті роки стали дуже продуктивними для автопромисловості. Після нафтової кризи у 1973 році посилювався контроль за викидами транспортних засобів. Для цього часу характерні “Citroën DS”, “Ford Mustang”, “Datsun 240Z”, “Range Rover”.

“Ford Mustang” використовував в середньому 12 л бензину на 100 км [3]. “Datsun 240Z” – мав розхід бензину на 100 км 10,5 л [4].

Автомобілі сучасної епохи – “Toyota Corolla”, “Honda Accord”, “Ford Taurus”. “Toyota Corolla” має модифікації 1,3 л, 99 к.с., бензин, МКПП, передній привід, 5,6 л на 100 км, 1.8 л, 140 к.с., бензин, варіатор (CVT), передній привід 6,4 л на 100 км [5].

Використання палива Ford Taurus 1993 року випуску становить від 9 до 13,1 л на 100 км.

Євро-1 – екологічний стандарт, що регулює вміст шкідливих речовин в вихлопних газах. Був введений в Євросоюзі в 1992 році.

Передбачає викид бензиновими двигунами:

- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 2,72 г/км;
- Вуглеводнів (CH) – не більше 0,72 г/км;
- Оксидів азоту (NO) – не більше 0,27 г/км;
- Для дизельного двигуна:
- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 3,16 г/км;
- HC+NO_x – не більше 1,13 г/км;
- Суспензії – не більше 0,18 г/км.

Євро-2 – екологічний стандарт викиду, що регулює вміст шкідливих речовин у вихлопних газах. Введено в Євросоюзі як заміна Євро-1, в 1995 році.

Для дизельного двигуна він передбачає:

- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 1,0 г/км;
- HC+NO_x – не більше 0,7 г/км;
- Суспензії – не більше 0,08 г/км.
- Для бензинового двигуна:
- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 2,2 г/км;
- HC+NO_x – не більше 0,5 г/км.

Євро-3 – екологічний стандарт, що регулює вміст шкідливих речовин в вихлопних газах транспортних засобів з дизельними і бензиновими двигунами. Був введений в Євросоюзі в 1999 році.

Для дизельного двигуна він передбачає:

- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 0,64 г/км;
- HC+NO_x – не більше 0,56 г/км;
- Суспензії – не більше 0,05 г/км;
- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,50 г/км.
- Для бензинового двигуна:
- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 2,3 г/км;

- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,15г/км;
- Вуглеводні (CH) – не більше 0,20 г/км;

Євро 4 – екологічний стандарт, що регулює вміст шкідливих речовин в вихлопних газах. Введено в Євросоюзі в 2005 році.

Для дизельного двигуна він передбачає:

- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 0,50 г/км;
- HC+NO_x – не більше 0,30 г/км;
- Суспензії – не більше 0,025 г/км;
- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,25 г/км.
- Для бензинового двигуна:
- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 1,0 г/км;
- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,08 г/км;
- Вуглеводні (CH) – не більше 0,10 г/км.

Євро-5 – екологічний стандарт, що регулює вміст шкідливих речовин в вихлопних газах. Стандарт обов'язковий для всіх нових вантажних автомобілів, що продаються в Євросоюзі з жовтня 2008 року. Для легкових автомобілів – з 1 вересня 2009 року.

Для дизельного двигуна він передбачає:

- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 0,50 г/км;
- HC+NO_x – не більше 0,230 г/км;
- Суспензії – не більше 0,005 г/км;
- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,180 г/км.
- Для бензинового двигуна:
- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 1,0 г/км;
- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,06 г/км;
- Вуглеводні (CH) – не більше 0,10 г/км;
- Леткі органічні речовини – не більше 0,068 г/км;
- Суспензії – не більше 0,005 г/км.

Євро-6 – екологічний стандарт, що регулює вміст шкідливих речовин у вихлопних газах. Спочатку передбачалося, що цей стандарт екологічних норм набуде чинності в Європі 31 грудня 2013 року. Але згодом його введення було відкладено на 2015 рік. Згідно з нормами нового стандарту, викиди вуглекислого газу новими легковими автомобілями повинні складати менше ніж 130 грамів на кілометр шляху.

Для дизельного двигуна:

- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 0,50 г/км;
- HC+NO_x – не більше 0,170 г/км;
- Суспензії – не більше 0,005 г/км;
- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,080 г/км;
- Для бензинового двигуна:
- Оксиду вуглецю (CO) – не більше 1,0 г/км;
- Оксиди азоту (NO_x) – не більше 0,06 г/км;
- Вуглеводні (CH) – не більше 0,10 г/км;

- Леткі органічні речовини – не більше 0,068 г/км;
- Суспензії – не більше 0,005 г/км [7].

Висновок. Отже світ рухається в правильному напрямку – від перших автомобілів, які використовували багато бензину, з якого більшість виходила у вигляді вихлопів, до зменшення використання бензину та матеріалу у кожному наступному випуску. Починаючи з 2000 року, коли почали вводити стандарт Євро, вимоги до вихлопів автомобілів ставали все більшими, що зменшуватиме забруднення атмосферного повітря.

Список використаних джерел

1. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%BB%D1%8F%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F>
2. Вікіпедія. Фольксваген. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_K%C3%A4fer#1946%E2%80%941973
3. Автоміра. URL: https://avtomera.com/ford/ford-mustang-rasxod-topliva-na-100-km/#_1_1964-1973
4. Вікіпедія. Дацум. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Datsun_240Z
5. Вікіпедія. Тойота. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Toyota_Corolla
6. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%B4%D1%83%D0%B2%D0%B8%D1%85%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%BD%D0%B8%D1%85%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2>

Богдан УГНІВИЙ¹⁰,
студент 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ КОМАХ

***Анотація.** Переважна більшість людей навіть не помічає зникнення комах. Але їх зникає значно більше в порівнянні з іншими видами. І це є дуже важливою проблемою, оскільки вони виконують в екосистемі дуже багато функцій: від запилення рослин і регулювання чисельності інших комах – до використання їх іншими тваринами у своєму раціоні харчування.*

¹⁰*Науковий керівник – д.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри екології та охорони навколишнього середовища Ткачук О.П.

Abstract. *The vast majority of people do not even notice the disappearance of insects. But they disappear overnight more than other species. And this is a very important problem because they perform in the ecosystem a lot of functions from pollination of plants and regulation of their own to their use by other animals in their diet.*

Всмысл. За останні п'ятдесят років різко скоротилася кількість дикої природи на Землі. Багато видів, які колись були звичайними, зараз стали рідкісними. Велика увага приділяється зникненню великих тварин, але останні дані свідчать про те, що кількість комах могла зменшитися на 50% або й більше з 1970 року. Це викликає занепокоєння, оскільки комахи є життєво важливими як гетеротрофи, запилювачі, трофічні ланки споживання та редуценти.

Основна біомаса комах складається з безхребетних, павуків, хробаків тощо. Їх незліченна кількість, маленькі істоти набагато важливіші для функціонування екосистем, ніж великі тварини, а саме вони, як правило, привертають більше нашої уваги. Комахи є їжею для багатьох великих тварин, включаючи птахів, кажанів, рептилій, амфібій та риб і вони виконують життєво важливі функції, такі як запилення сільськогосподарських культур та польових квітів, боротьба з шкідниками та переробка відмерлих речовин.

Виклад основного матеріалу. Нещодавно з'явилося кілька наукових доповідей, які описують швидке зменшення чисельності комах у світі і їх масштаби повинні викликати велике занепокоєння. Ці дослідження показують, що в деяких місцях популяції комах можуть перебувати в стані катастрофічного колапсу. Щодо причин зменшення кількості комах ведуться багато дискусій, але майже напевно до них належать середовище проживання, зокрема загибель внаслідок хронічного впливу сумішей пестицидів та зміна клімату.

Наслідки загибелі комах зрозумілі: якщо зникнення комах не зупинити, наземні та прісноводні екосистеми зазнають краху з глибоким впливом на здоров'я людини.

Необхідно терміново обмежити використання пестицидів і почати відновлювати природні екосистеми, створюючи більш сприятливе та безпечне для комах середовище проживання.

Громадське сприйняття втрати біорізноманіття особливо зосереджено на подіях вимирання великих ссавців або птахів. Тим не менш, фактична частка видів, які, як відомо, вимерли, відносно невелика. Тільки 80 видів ссавців і 182 види птахів були втрачені з 1500 року, що становить 1,5% і 1,8% відповідно, від усіх відомих видів. На перший погляд ці цифри, здавалося б, суперечать уявленням про те, що ми перебуваємо в екологічній кризі. Однак, останнім часом почали з'являтися докази, які свідчать про те, що глобальна дика природа постраждала набагато більше, ніж стверджують ці цифри.

Хоча більшість видів, можливо, ще не зникли, вони, в середньому, значно менш чисельні, ніж були колись. У 2018 році фонд World Wildlife і зоологічне товариство Planet Report [1] підрахував, що загальна популяція диких хребетних тварин світу (риби, амфібії, рептилії, ссавці та птахи) з 1970 по 2014 рр. зменшилась на 60%. Більше половини наших хребетних дика природа втратила. Ще одна демонстрація масштабів людини наглядно впливає на чисельність дикої

природи. За даними вчених Ізраїлю, 83% біомаси диких ссавців була втрачена з моменту прискореного розвитку людської цивілізації [2]. Приблизно п'ять із шести диких ссавців зникли.

Масштаб впливу людини також виявляється у тому, що дикі ссавці зараз становлять мізерні 4% біомаси усіх ссавців, а разом із свійською худобою – 60%, а частка людей, як ссавців, становить 36%. Так само вчені підраховали, що 70% біомаси птахів зараз припадає на домашню птицю. У той час як зниження чисельності диких хребетних тварин добре задокументоване [3].

Переважає більшість відомих видів є безхребетними, а на суші переважають комахи. Комахи вивчені набагато менше, ніж хребетні тварини, а для більшості видів комах, біологічні і екологічні умови повністю не досліджені.

Широке використання пестицидів, що пов'язане з інтенсивним сільським господарством, зумовлює різке зниження чисельності бджіл та інших комах. Тривожними тенденціями є те, що обсяг площ, що постійно обробляються пестицидами, постійно зростає.

Більшість сучасних інсектицидів за хімічною природою є нейротоксинами і тому, крім загибелі бджіл, вони можуть впливати на них пригнічуюче, коли вони не в змозі знайти дорогу назад у вулик. Крім цього, можуть проявлятися несподівані синергічні взаємодії між різними пестицидами та між пестицидами та іншими стресовими факторами навколишнього середовища.

Висновок. Отже, комахи відіграють важливу екологічну роль в природних та штучних агроєкосистемах. Також вони є найбільш чисельними за кількістю та біомасою, тваринами у біосфері. Велике різноманіття, невеликі розміри комах не дозволяють науковцям та біологам у повному обсязі їх вивчити та дослідити. Разом з тим значний антропогенний вплив зумовлює загибель комах. Особливо це явище набуло значних масштабів при інтенсивному використанні пестицидів у сільському господарстві. Тому важливим завданням збереження біорізноманіття комах має бути раціональне та обґрунтоване використання пестицидів, як важливий чинник їх збереження.

Список використаних джерел

1. Екологія промислового краю. URL: <https://ecoindustry.pro/avtorski-statti/masove-znyknennya-komah-u-2020-roci>
2. Екологія – право людини. URL: <http://epl.org.ua/environment/pestytsydy-velyka-shkoda-mala-koryst>
3. Somerset Wildlife. URL: <https://www.somersetwildlife.org>

ECOLOGICAL CONDITION OF RIVERS OF UKRAINE

Annotation. *The article considers issues related to the current ecological status of rivers in Ukraine. Some issues related to water pollution have been analyzed, as well as some suggestions for solving these problems.*

Introduction. Many countries in Europe and Asia would envy Ukraine for its geographical location. Mountainous areas in the west, dense forests in the north, endless steppes in the south and east, chernozem soils and significant water resources. However, people who seek to meet their own needs brutally interfere with the laws of nature, destroying, destroying and polluting it.

Presenting main material. Every year the condition of groundwater, natural and artificial waters in our country is rapidly deteriorating. The reason for this is such problems as: irrational use of natural resources, excessive pollution from emissions from various enterprises, as well as salinization and siltation of water bodies.

Recently in Ukraine more and more attention is paid to the study of this problem [1].

According to official statistics, about 300 million cubic meters of sewage with various harmful impurities are discharged into Ukrainian waters every year. Unofficial statistics give us much worse results. Therefore, it is impossible to say that the state of our water resources is good. In almost every reservoir you can easily see a significant excess of the received doses of pollution [1].

It can be said that almost all water basins have recently been heavily polluted due to extremely high anthropogenic impacts, namely: unsystematic economic activities in violation of permissible limits, excessive intensification of natural resources, pollution and siltation of rivers, and non-compliance with limited management in coastal protection zones. . And most importantly, water resources suffer from emissions from industrial and municipal effluents that contain heavy metals and organic pollutants.

According to experts, such a questionable attitude to natural resources is due to the excessively low level of ecological worldview of mankind and responsibility for the state of the natural environment.

When nutrients such as phosphorus and nitrogen enter water bodies, algae, especially blue-green ones, multiply intensively, which in the course of their biological development reduce the oxygen content in the water, form toxic substances and cause mass death of hydrofauna. Fresh water becomes unfit for drinking and life-threatening [2]. Due to the high temperature, the reservoirs begin to overgrow. Due to the fact that no one is dealing with the elimination of these problems, and the authorities do not see any ways to solve it, all the plants in the water just rot, thereby spoiling the quality of water.

^{11*} Supervisor: Assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection VNAU Vradiy O.

In addition, one of the biggest problems is the poor quality of wastewater treatment. Together with them, heavy metals and pesticides enter rivers and lakes. Most often, the latter fall into fresh water due to the fact that companies wash containers of pesticides, and then untreated water is discharged into rivers. A striking example of such a negligent attitude to waste is the repeated poisoning of the Konik River (in the Holosiivskyi district of the capital). Recently, the State Consumer Service conducted another study of the river and found a threefold excess of odor intensity, the color of the water in the river - yellow-pink, manganese also showed an excess of 4 times [3].

Phosphates, which enter the sewage treatment plant of biological type with a concentration of more than 5 g/t, almost completely suppress the biological functions of activated sludge microorganisms and, thus, destroy treatment plants and enter the environment untreated [4].

But, unfortunately, the companies that do their best to promote this state of affairs are not responsible for it. According to the head of the State Ecological Inspectorate of Ukraine Andriy Zaika, local authorities are to blame for the poisoning of rivers by pesticides, dumping of industrial and municipal enterprises, which led to mass deaths of fish this year in the northern and central regions of Ukraine. for enterprises. The problem is primarily the fault of local authorities, because they do what they like in their territories, regardless of whether they are village or city councils. Why aren't the boundaries of environmental strips set? Because where there are no rules, no one can be punished.

According to the law, local authorities must set boundaries for water protection strips where production cannot be located and which cannot be cultivated. Ignoring these rules has led to pollutants entering rivers. This problem is especially acute in Poltava, Chernihiv, Zhytomyr, Sumy, Kyiv, Cherkasy and Dnipropetrovsk regions.

Another problem is that surface runoff introduces pollutants into rivers and lakes from lands that are subject to erosion (large and small mineral particles), resulting in shallowing of rivers and siltation of lakes and reservoirs. Reservoirs are also polluted by atmospheric precipitation, which washes away industrial and domestic dirt from the territories of enterprises, mines, and city streets. But most importantly, in this way rivers and lakes can get petroleum products, which form a film on the surface, which prevents gas exchange between water and the atmosphere and reduces the oxygen content in the water.

Currently, Ukraine's water resources are not a priority for the authorities. After all, in order to identify and solve the problem, it is necessary, again, to reform the industry. However, some measures to improve the situation in the state agency have been identified. Experts believe that, first of all, to improve the condition of reservoirs, it is necessary to ensure the optimal combination of forest plantations and meadows around water bodies, implement a set of measures to stop the discharge of untreated wastewater, renaturalize dry floodplains, rehabilitate disturbed lands and monitor the condition. hydraulic structures on rivers, processing of shores, which leads to shallowing and siltation of rivers.

In addition, it is necessary to strengthen state supervision and control over discharges from enterprises and compliance with the regime of management in water protection zones of rivers and drainage canals, according to Art. 218 of the Law of Ukraine "On Ensuring Sanitary and Epidemiological Welfare of the Population". After all, today business owners actually dump waste into water bodies with impunity.

Alternatively, the enterprises carrying out production activities should be equipped with a rainwater drainage system with treatment facilities to prevent pollution of the city's water bodies by untreated rainwater. However, there is a problem, providing businesses with the necessary systems. The state does not have the opportunity, and entrepreneurs will not undertake to spend money on it voluntarily. Thus, the only option left is to force the owners of large enterprises to establish a system at the legislative level, or to introduce a system of fines, as is the case in European countries [5].

Conclusions. Pollution of water bodies - sources of drinking water supply - leads to deterioration of drinking water quality and poses a serious threat to public health in many regions of Ukraine. Ukraine's lag behind developed countries in terms of life expectancy and high mortality are to some extent related to the consumption of poor quality drinking water.

References

1. Рибалова, О. В. Визначення впливу природних умов на екологічний стан річки Оскіл. Materials of the XII International scientific and practical conference, "Science and civilization". 2016. Vol. 16. P. 37–40.
2. NRDC. Climate Change and Water Resource Management. 2013. URL: <https://www.nrdc.org/resources/climate-change-and-water-resource-management>
3. Jun, X. Potential Impacts and Challenges of Climate Change on Water Quality and Ecosystem: Case Studies in Representative Rivers in China. Journal of resources and ecology. 2010. URL: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201600004143>
4. Masters, G. Climate change and Invasive alien species. 2009. URL: <http://www.cabi.org/Uploads/CABI/expertise/invasive-alien-species-working-paper.pdf>
5. Sala, O. Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. 2000. Vol. 287, Issue 5459. P. 1770–1774.

Yana VOLOSHINA¹²,
2-nd year student,
Faculty of Agronomy and Forestry,
Vinnytsia National Agrarian University
Vinnytsia, Ukraine

ECOLOGICAL CONDITION OF SHATSK LAKES AND SVITYAZ LAKE

Annotation. *The article considers issues related to the ecological condition of the Shatsk Lakes, and in particular Svityaz. The ways of solving ecological problems are analyzed and offered. A set of factors influencing the ecological condition of the lake and the consequences of such influence is described.*

Introduction. Shatsk Lakes is a group of more than 30 lakes in the north-western part of the Shatsk district of the Volyn region, between the rivers Prip'yat and the Western Bug, near the town of Shatsk. Shatsky lakes are located among forests, where many sanatoriums and recreation camps have been built. They feed on groundwater and atmospheric water, and in winter the water on the lakes freezes [3].

Svityaz is part of the Shatsk Lakes group, and it is also the deepest lake in Ukraine. Located near the village. Shatsk, on the territory of Shatsk National Nature Park.

The lake is 7.8 km long and 4.1 km wide. Area 27.5 km, maximum depth 58.4 m, average depth 7.2 m, coastal strip shallow [4].

Water transparency 3-5.4 m (sometimes up to 8 m). The upper layers of water in summer heat up to 20 ° C and more, at a depth (15-17 m) the temperature is constant and is 9 °C. In winter, the lake freezes [1].

Its uniqueness is that no river or stream flows into it. The lake is of karst origin, fed on artesian waters.

According to the results of the study, it was determined that these reservoirs suffer from complex pollution. As a result of the search for sources of pollution, it was found that the waters are under significant anthropogenic impact due to reclamation and drainage works. Reservoirs are experiencing a high recreational load due to the result of its active use for sanatorium purposes, which has intensified in recent years. Reservoirs are also littered with untreated, but in some cases completely damp effluents and emissions from the municipal network of settlements [2].

Presenting main material. There are a number of problems in the Shatsk Lakes, but the most important is the provision of quality drinking water, as quality has a significant impact on human life and health. The Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine recorded the presence of heavy metals in lake fish.

The Shatsk Lakes are located between the Western Bug and Prip'yat rivers and treat untreated wastewater. This creates a basis for the development of diseases such as diphtheria, typhoid fever, cholera and poses a potential threat to the entire border [4].

^{12*}Supervisor: Assistant of the Department of Ecology and Environmental Protection VNAU Vradiy O.

Also, every year more and more tourists visit the Shatsk Lakes. Over the past 20 years, the level of recreational load has increased many times, and this has a negative impact on the ecosystem of the region.

A major environmental problem is the lack of sewerage and water treatment systems in villages. Solving these problems will improve the sanitary and epidemiological condition of the national park, as well as increase the number of vacationers without harming the environment [5]

Wetlands were particularly affected by drainage reclamation in 1960-1980, which led to the shallowing of lakes. On the territory of the park all reservoirs were reclaimed. All of them are drainage water intakes. The catchment areas of many lakes have decreased, which has led to their degradation. Drainage of peat bogs with the transformation of annual and perennial water regime led to the formation of an arid climate. Atmospheric droughts, wind erosion processes, etc. have become commonplace in the park area. Another reason for this is the failure to implement the plan for the creation of compensatory reservoirs and ponds. Due to this, most of the runoff from reclamation areas enters the main ditch of the Pripyat River and leaves the park.

To solve these environmental problems, the concept of the National Program for Conservation of Biological and Landscape Diversity of Ukraine in 1996 was created. After several renaturalization works, the water capacity of the lakes increased, and the process of silvatization of the grass bog was suspended [6].

Lake Svityaz has the status of a national park, it does not reduce its environmental problems. Despite the above Shatsk environmental problems, there are the following:

1. The Khotyslav Cretaceous quarry is being developed on the territory of Belarus, which threatens the extinction of Lake Svityaz. Its shallowing can occur in 10-15 years due to lower groundwater levels that feed the lake. The depth of Svityaz is more than 50 meters, and the depth of the Khotyslav quarry should reach 40 meters. The distance between them is 25 kilometers. All underground sources are interconnected [1].

2. Reclamation and drainage works. Sewage with chemicals from the fields enters the lake. According to environmental data, the content of copper exceeds the norm 27 times, zinc – 8, lead – 17, along with high doses of pesticides and nitrates.

3. Recreational load. Reservoirs suffer from the total development of coastal areas. Every year several thousand vacationers come on vacation, almost every house receives tourists, and there are new cottages on the territory of Lake Svityaz.

4. Problems with sewer networks. There are no public toilets on the local several-kilometer beach area, which is only symbolically fenced with poles.

5. Garbage. People themselves arrange a landfill on the beach. Scattered bottles, papers, wrappers are all the work of human hands. The landfill in the village of Svityaz is already practically full, which is a big problem for Volyn.

6. Disposal and processing of solid and toxic waste. Since groundwater is high in Polissya, it is strictly forbidden to dispose of this waste at landfills.

7. Illegal land use. Many landowners use them for other purposes, and without any permission to build different buildings intended for recreation

Conclusions. So, although the problems in the Shatsk Lakes are being solved, the authorities need to pay more attention to these global problems, because they are dangerous for the life and health of the population. Lake Svityaz suffers from a large amount of pollution. These are primarily heavy metals, as well as the impact of human activities. Certain measures need to be put in place to improve the environmental situation, namely:

1. It is necessary to control the situation related to the development of the coastal zone.
2. Build a new landfill and water treatment collector.
3. Design sewers and install dry closets on the territory of lakes.
4. It is necessary to develop a cybernetic model of the Shatsk Lakes ecosystem with which you can regulate, control, predict processes occurring in the ecosystem, in particular on Lake Svityaz [2].

References

1. Lockwood, L. *Invasion Ecology*. Wiley-Blackwell, 2006. 312 p. URL: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1405114185.html>
2. Stachowicz, J. J. Linking climate change and biological invasions: ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2002. Vol. 99, Issue 24. P. 15497–15500.
3. Рибалова, О. В. Оцінка спрямованості процесів стану екосистем малих річок. Вісн. Междунар. Славянського ун-та. 2003. Т. VI, № 1. С. 12–16.
4. Васенко О. Г. Екологічні проблеми як наслідок природно-еволюційних та антропогенних чинників: зб. наук. ст. V Міжнар. наук.-практ. конф. *Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення*. 2009. Т. 1. С. 225–227.
5. Urama, K. Impacts of climate change on water resources in Africa: the Role of Adaptation. URL: http://www.ourplanet.com/climate-adaptation/Urama_Ozorv.pdf

НАПРЯМ

3

ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО- ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ

Владислав БОГАЧУК*¹,

студент 1 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МУЛЬЧУВАННЯ ҐРУНТУ РОСЛИННИМИ РЕШТКАМИ

Анотація. Однією з основних задач мульчування ґрунту на незрошуваних землях, які піддаються ерозії є захист їх від змиву, додаткове накопичення снігу та води, зниження втрат її на стік і випаровування.

Важливу роль у вирощуванні культур кукурудзи, соняшника, сої, цукрового буряку та утриманні чистого пару, відіграє мульчування ґрунту рослинними рештками. Призупинити ерозію і деградацію чорноземів на рівнині та схилах можна шляхом переходу від чорних парів до ранніх, зважаючи на те, що останні цілком забезпечені від видування у зимово-весняний період, а стік талої води не викликає розмивів ґрунту.

Abstract. One of the main tasks of mulching the soil on irrigated lands that are subject to erosion is to protect them from erosion, additional accumulation of snow and water, reduce its loss to runoff and evaporation.

Mulching the soil with plant residues plays an important role in growing crops of corn, sunflower, soybean, sugar beet and keeping steam clean. Erosion and degradation of chernozems on the plains and slopes can be stopped by switching from black vapors to early ones, given that the latter are fully protected from blowing in the winter-spring period, and meltwater runoff does not cause soil erosion.

Вступ. Багато господарів, чомусь недооцінюють мульчування ґрунту, практично не застосовуючи його на своїх ділянках, дотримуючись класичних технологій осіння оранка, весняне розпушування, посадка і посів, післязсходовий обробіток, потім поливи і прополювання, що повторюються, з розпушуванням. Це

^{1*}Науковий керівник к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічний сервіс ВНАУ Швець Л.В.

звичний набір прийомів, до яких звикли прості люди в різних районах і областях України. Але частина господарів, вихованих на тих же прикладах, вже відкрила собі цінність мульчування (яке, до речі, відомо вже давно, ще з часів радянського союзу).

Про те, навіщо ж потрібно мульчування ґрунту (без якого можна обійтися). Якщо ви хочете отримувати максимальний результат при мінімальних витратах і волієте діяти найефективніше, ця тема буде актуальна.

Виклад основного матеріалу. Що таке мульчування ґрунту?

Мульчування це покриття поверхні ґрунту любим матеріалом, любого походження чи органічним, чи неорганічним. Який називається мульчею.

На початку, це була поверхня органічного шару ґрунту, який відповідно до природного процесу, покривав ґрунт. В сучасному світі є спеціальні покриття, якими мульчують, що стали заміною органічних матеріалів. Самим відомим в наш час це є спанбонд. Але мульчею може бути що завгодно, чим можна щільно покрити ґрунт.

Навіщо мульчувати ґрунт?

Мульча – це верхній шар на ґрунті з любого матеріалу, який потрібен для виконання нижче описаних функцій.

1. Мульча добре захищає ґрунт від випаровування набутої вологи. Це дуже важлива функція, тому як, вода – одна з найважливіша складова, яка харчує рослину. Від неї залежить все – починаючи з проростання та розвитку рослин, закінчуючи їх урожайністю. Мульча дозволяє волозі залишатися у землі, завдяки чому вона успішно витрачається рослинами. Правильне мульчування ґрунту помітно знижує потребу в поливах, що робить вирощування різних культур більш простим та менш витратним [1]. А в посушливий період це може буквально рятувати рослини у тих випадках, коли з якихось причин неможливо проводити своєчасні поливи.

2. Мульчування створює оптимальний ґрунтовий мікроклімат. Завдяки цьому агроприйому в прикореневій зоні створюються благодатні умови не тільки для рослин, але і для підземних жителів. Під шаром мульчі добре почуваються і ведуть активну життєдіяльність черв'яки та корисні мікроорганізми, які беруть участь у перетворенні недоступних мікро- та макроелементів у доступну для рослин форму. А це чудово впливає на розвиток сільськогосподарської культури та знижує потребу у підживленнях.

3. Мульчування підвищує родючість ґрунтів. Воно дозволяє створювати умови, подібні до природних, в яких підземні жителі активно працюють над створенням гумусу (погляньте на ліс, луг або дике поле, завжди закриті шаром будь-якої органіки). Мульча також є гарним джерелом живлення для хробаків та мікроорганізмів. Вона може перероблятися цього ж сезону або ставати джерелом рослинних залишків у наступному (це залежить від того, як і чим мульчувати).

4. Мульчування сприяє оздоровленню ґрунту. Це відбувається шляхом природного заселення ґрунту корисними мікроорганізмами, які є природними ворогами багатьох захворювань городніх культур. Найяскравіший приклад – сінна паличка, з урахуванням якої випускається відомий препарат Фітоспорин. Він

успішно застосовується для боротьби з фітофторозом, борошнистою росою та іншими небезпечними хворобами рослин. У достатньому шарі мульчі сінна паличка розвивається сама – це природний процес, який повсюдно відбувається у дикій природі. Крім цих бактерій, мульча може стати чудовим субстратом для заселення триходермою - ще одним природним ворогом збудників захворювань с/г культур. Ці мікроорганізми є діючою речовиною дуже ефективного біопрепарату Триходерміну. Тобто мульчування ґрунту природним чином сприяє створенню здорових умов для росту рослин, беручи участь у боротьбі зі шкідливими бактеріями та грибами. У цьому знижується потреба у обробках проти захворювань, і рахунок інтенсивного і здорового зростання культур досягаються максимальні врожаї, що економічно вигідно в усіх відношеннях.

5. Мульча захищає ґрунт від вивітрювання вологи та різних корисних речовин. І не лише недолік вологи негативно позначається на зростанні та розвитку с/г культур. Вивітрювання призводить до втрати корисних для рослин речовин, що не тільки знижує родючість, а й спричиняє ущільнення ґрунту (тобто погіршення його структури). А це завжди негативно впливає на рослини та викликає потребу у проведенні додаткових заходів щодо покращення ґрунтів.

6. Під шаром мульчі практично не ростуть бур'яни. Якщо шар тонкий, то може пробиватися якась рослинність. Але її без особливих зусиль можна вирвати руками. Під хорошим шаром рослинних залишків або під агроволокном бур'яни не виживають взагалі. До речі, це чудовий спосіб освоєння цілинних земель та звільнення від бур'янів сильно зарослих ділянок. При цьому не потрібні гербіциди та важка механічна обробка ґрунту, що економить час, гроші та сили. А на звичайних грядках мульчування дозволяє обходитися без виснажливих прополок.

7. Завдяки мульчування можна зберегти врожай здоровим та чистим. Шар мульчі захищає плоди від забруднень та проникнення захворювань. Найяскравіший приклад - садова суниця, яка залишається чистою і здоровою на шарі соломи або сіна (бо не стикається з вологою і ґрунтом). Для томатів мульча стає перешкодою між землею, у якій може бути фітофтора, і рослиною. Це є додатковим заходом профілактики та захисту від такої небезпечної хвороби. Огірки, що стеляться, теж краще почуваються на мульчуючому шарі, де немає підвищеної вологості після дощів або поливів. Вона, як відомо, є добрим середовищем для розмноження патогенів. Таким чином, мульчування ґрунту захищає від хвороб не лише ґрунтове середовище, а й самі рослини.

8. Мульча захищає коріння рослин від вимивання під час поливів. Струмінь води не порушує ґрунтового покриву і не оголює коріння – тому перешкоджає мульчуючий шар. Це хороший бонус до всього іншого, на що здатна чудодійна мульча. Завдяки цьому, не потрібно спеціально засипати коріння землею або розпушувати її (про останнє поговоримо в наступному пункті).

9. Мульчування захищає від утворення ґрунтової кірки. Це означає, що після поливів не потрібно вкотре розпушувати землю. Вона чудово дихає, не втрачаючи своєї структури та не покриваючись кіркою. Таким чином, мульчування ґрунту дозволяє не робити додаткової роботи, що полегшує процес вирощування рослин, тим самим здешевлюючи його.

10. Мульча може успішно виконувати декоративні функції. Паралельно з переліченими вище властивостями, в ландшафтному дизайні мульчуючий матеріал виконує естетичну функцію. Їм укривають землю, створюючи декоративний ефект. Для цього використовується деревна кора, галька, дрібні камінці та інші матеріали. Як бачите, мульчування ґрунту – це багатофункціональний та дуже ефективний прийом, який дозволяє одним махом вирішувати велику кількість завдань.

Чим можна мульчувати ґрунт?

Розглянемо матеріали, якими мульчують ґрунт. На рис.1 показаний польовий навісний подрібнювач Kornik польської фірми Unia, призначений для мульчування ґрунту рослинними рештками. [2]



Рис. 1 Польовий навісний подрібнювач Kornik.

Сіно. Органічний матеріал добре захищає ґрунт від випаровування та вивітрювання, в подальшому стаючи живленням для ґрунтових виробників гумусу. Він підходить для всіх рослин, успішно справляючись із завданнями мульчування ґрунту. Протягом сезону нижня частина такої мульчі потихеньку перероблятиметься в гумус, що вимагатиме періодичного підкладання сіна.

Будь-яка трава. Багато знавців рекомендують проводити мульчування ґрунту трохи підсушеною травою (тобто не відразу після її косовиці), пояснюючи це тим, що вона лягає досить щільно, не пропускаючи повітря належним чином, і починає загнивати. Якщо ви використовуєте мульчу тільки для поверхневого укриття землі, до цієї поради можна прислухатися. Хоча невеликий шар свіжої трави швидко висохне на грядці і не перешкоджатиме аерації. Якщо ж метою мульчування є не тільки захист від вивітрювання або випаровування, але й отримання компосту в поточному сезоні прямо на грядці - все з точністю «до навпаки». [3].

Солома. Теж хороший матеріал для мульчування ґрунту (рис. 2), якщо у вас є доступ до його достатньої кількості. Знаменита картопля під соломою, що дає великі врожаї - це один з варіантів успішного застосування даного органічного матеріалу. Соломою можна мульчувати будь-які культури.



Рис. 2 Мульчування ґрунту соломкою.

Тирса і стружка. Ця органіка також може використовуватися як мульча. Але застосовуючи її, слід пам'ятати, що свіжа тирса на грядці почне розкладатися з активним поглинанням азоту, який знаходиться в ґрунті. Його споживають у підвищених дозах мікроорганізми, які займаються розкладанням. Тобто така мульча частково відніматиме цей елемент у рослин. Для того щоб уникнути цього, краще використовувати вже лежачи хоча б один сезон і змінили свій колір тирса - в них вже пройде частина певних процесів, тому такого поглинання азоту не буде. Тирса добре захищає ґрунт від випаровування і вивітрювання, чудово пропускаючи повітря і воду. Правда, дрібна тирса може частково вбирати і затримувати вологу в собі. До речі, при добре удобреному ґрунті не варто сильно побоюватися свіжої тирси, особливо якщо вона покладена не дуже великим шаром і потім буде загорнута в землю або відправлена в компостну купу (згодом у ґрунт повернеться настільки необхідний рослинам азот). Можна також застосовувати тирсу/стружку разом з азотними добривами та золою, що зніме питання втрати азоту ґрунтом і додасть до нього мікро- та макроелементів.

Листя дерев. Це теж хороший варіант мульчі, часто використовуваний городниками. Як мульчуючий шар можна брати лісову підстилку, яка чудово захищає ґрунт і надалі легко переробляється в перегній. Але треба пам'ятати про те, що в ній можуть бути дубильні речовини.

Хвоя. Цей матеріал у вигляді голочок використовують на тих ґрунтах, які потрібно підкислити, або під рослинами, що люблять відносно кисле середовище. Крім того, хвоя добре проявляє себе на посадках садових суниць, захищаючи її від сірої гнилі – частій проблеми даної культури. В інших випадках хвоєю краще не використовувати, щоб не закисляти ґрунт і не нашкодити культурам, що віддають перевагу нейтральному середовищу.

А також багато іншої органіки: торф, перегній або компости, кора дерев, шишки і щепа.

Як мульчу можливо використовувати і неорганічні сполуки.

Камінчики та пісок. Це може бути кам'яна крихта, галька, щебінь (у тому числі фарбований), пісок та інші матеріали. Вони насипаються на спанбонд та виконують декоративну функцію на клумбах та в різних композиціях ландшафтного дизайну.

Плівка. Для затримання вологи, швидше прогрівання землі і створення перешкод для зростання бур'янів. Але це тимчасовий варіант, який не пропускає вологу та повітря, а також може призводити до перегрівання ґрунту у прикореневому шарі.

Агроволокно. Даний матеріал вже встиг отримати популярність, надавши можливість швидко та ефективно захищати ґрунт від зайвого випаровування або вивітрювання, перешкоджаючи зростанню бур'янів. Переваги спанбонду в тому, що він коштує недорого, пропускає повітря і воду, 100% зупиняє зростання бур'янів і відразу може вкривати великі площі землі, вимагаючи найменших трудовитрат. Але цей матеріал не покращує родючість і не такий гарний для ґрунтових жителів, які займаються виробництвом гумусу. Крім перерахованих вище, є й інші матеріали, які можна застосовувати як мульчу. Це багаття льону, макуха гірчиці, шматочки вовни та інші.

Висновок. Більшість фермерів, чомусь недооцінюють мульчування ґрунту, практично не застосовуючи його на своїх ділянках, дотримуються традиційних технологій осіння оранка, весняне розпушування, посадка і посів, післязасівний обробіток, потім поливи і прополювання, що повторюються, з розпушуванням. Доведено, що волога випаровується з ґрунту безперервно. Щоб затримати його, потрібно підтримувати поверхневий шар ґрунту в розпушеному і вирівняному вигляді, покращувати її будова і структуру, проводити мульчування і вносити органічні добрива.

Як показали дослідження при мульчуванні поверхневого шару ґрунту, урожайність зернових та просапних культур на 10 -15 % більше, ніж при традиційному методі обробітку ґрунту.

Серед переваг мульчування слід відзначити той факт, що при використанні мульчі з пухких матеріалів, зменшується кількість бур'янів, а мульча з щільних матеріалів (камені, агротканина, агроволокно) майже повністю пригнічує їх ріст. Плюс в ґрунті активізуються мікробіологічні процеси, завдяки яким збільшується кількість нітратів, вуглецю в атмосферу та покращують структуру ґрунту.

Список використаних джерел

1. Серeda Л.П., Швець Л.В., Швець О.І. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3(110). С. 117-125.
2. Серeda Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. № 4 (95). С. 65-75.
3. Серeda Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Смуговий підсів трав пасовищ. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 1 (108). С. 5-14

Ігор ЗАЄЦЬ²,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВІБРОТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАС

***Анотація.** Розглянута пропозиція поширення вібротранспортуючих машин на виробництві, у зв'язку з їх суттєвими перевагами над іншими видами транспортуючих машин. Встановлено, що перспектива заміни є невідкладною на сучасному етапі. Розглянуті пропозиції щодо створення нових конструкцій вібротранспортерів з раціональними режимами й параметрами роботи.*

***Anotation.** The proposal of distribution of vibrotransporting machines on production, in connection with their essential advantages over other types of transporting machines is considered. It is established that the prospect of replacement is urgent at the present stage and considered proposals for the creation of new designs of vibrating conveyors with rational modes and operating parameters.*

Вступ. На будь-яких сучасних виробництвах завжди існує необхідність транспортування предметів виробництва в межах своєї території та всередині підрозділів. Прагнучи до збільшення обсягу та якості продукції, що випускається, різних областей харчової промисловості, постійно підвищуються темпи виробництва. Будь-який розвиток вимагає, перш за все енергетичних витрат, з кожним роком потреби в електроенергії зростають.

Вибір устаткування на виробництвах проводиться з собівартості, продуктивності, габаритних розмірів, енергоспоживання та інших.

У зв'язку з вищесказаним виникає необхідність у створенні нових конструкцій вібротранспортерів з раціональними режимами та параметрами роботи. Розробка конструкцій машин із ступінчастою поверхнею робочого органу, який здійснює гармонічні коливання в горизонтальній площині, що працюють з меншим енергоспоживанням сприятиме підвищенню продуктивності та зниженню собівартості харчових продуктів, вироблених із зернового матеріалу, та збільшенню обсягу їх виробництва.

Виклад основного матеріалу. Вібраційні транспортуючі машини мають суттєві переваги перед багатьма іншими видами транспортуючих машин:

- простота конструктивного виконання;
- мінімальна кількість пар тертя;
- зручність обслуговування; можливість герметизації робочого органу та поєднання транспортування з різними технологічними процесами;

²*Науковий керівник: асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці
Омельянов О.М.

- можливість переміщення продуктів, які важко транспортувати іншими способами;
- можливість без перевантаження транспортування, найбільша оптимальна довжина на один привід;
- можливість проміжного завантаження та розвантаження конвеєра;
- малі габарити по висоті;
- невелика питома витрата енергії на переміщення вантажу;
- можливість створення врівноважених конструкцій, що не передають коливання на фундамент;
- тривалий термін служби.

Транспортування сипких мас здійснюється конвеєрним способом та пневмотранспортуванням. На виробництвах конвеєрний спосіб транспортування сипких продуктів здійснюється на стрічкових, скребкових, ковшових, гвинтових, інерційних, вібраційних та гравітаційних транспортерах, а пневмотранспортування – за допомогою установок пневмотранспорту [2, 3, 5, 9] (рис. 1).

Стрічкові конвеєри (стрічкові транспортери) отримали широке поширення завдяки своїй універсальності [2, 8] (рис. 2). Ці пристрої застосовують для транспортування вантажів горизонтальними і комбінованими трасами, вони являють собою безперервно рухається конвеєрну стрічку. Залежно від типу роликкоопор, конвеєрна стрічка має плоску або жолобчасту форму. Необхідний натяг конвеєрної стрічки забезпечує натяжна станція.

При необхідності стрічкові конвеєри оснащують допоміжним обладнанням, що забезпечує їх експлуатацію в заданому режимі та створює умови для нормальної та надійної роботи всіх механізмів: завантажувальних, центруючих та очисних пристроїв, засобів контролю пробуксовки, цілісності та обриву стрічки, пристроїв для прибирання вантажів та пилоусунення, апаратури автоматичного керування, сигналізації та ін.

Популярність стрічкових конвеєрів досягається завдяки таким їх властивостям, як:

- висока продуктивність, що забезпечує швидкість руху стрічки;
- низькі енерговитрати;
- простота конструкції;
- висока надійність при тривалій експлуатації.

До недоліків стрічкових транспортерів відносять високий опір руху стрічки на опорних роликах, обумовлене провисанням стрічки та тертям її гумової обкладки про ролики. Відбувається підвищення енергоємності транспортування вантажу та зниження їх терміну служби.

Слід також зазначити, що використання стрічкових транспортерів утруднено при транспортуванні пилоподібних, гарячих та важких штучних вантажів, а також при кутах нахилу траси, що перевищують 18...20°.

Конвеєри скребкові переміщують вантаж, що рухаються по жолобу або трубі скребками [2, 5, 8]. Скребкові конвеєри можуть завантажуватися і розвантажуватися в будь-якій точці по всій довжині ринви. Застосування скребкових конвеєрів обмежене через подрібнення вантажів та швидке зношування

жолоба, особливо при переміщенні абразивних матеріалів. Крім того, для таких конвеєрів характерна велика витрата енергії. Скребкові конвеєри зазвичай застосовуються для переміщення вантажу на відстані до 100 м.



Рис. 1. Пневмотранспортер В. П. – 4. 4



Рис. 2. Стрічковий транспортер 01102

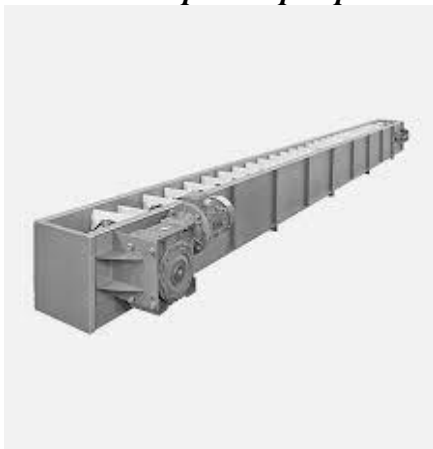


Рис. 3. Конвеєр скребковий

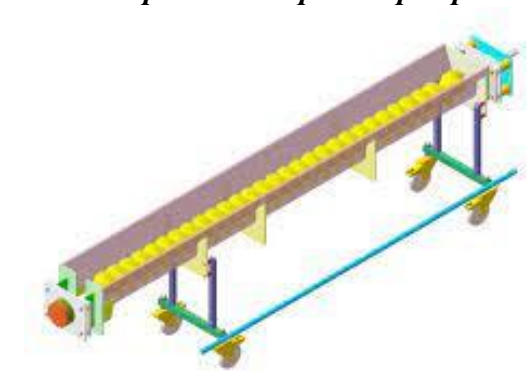


Рис. 4. Гвинтовий конвеєр

Гвинтові конвеєри призначені для транспортування вантажів на відстані до 40 метрів [2, 7] (рис. 4). Перевага гвинтового конвеєра щодо інших видів конвеєрів полягає у простоті конструкції та обслуговування, герметичності траси - транспортування вантажів відбувається в закритому жолобі, що забезпечує захист приміщень від пилу, гостропахнучих, газуючих та гарячих матеріалів. Також гвинтові конвеєри можуть застосовуватися як дозатори матеріалу в різних технологічних процесах.

Як основний недолік гвинтових транспортерів слід зазначити те, що матеріал, крім поступального руху в напрямку осі транспортера, здійснює обертальний рух у напрямку окружної швидкості шнека, що підвищує енерговитрати та знижує їх продуктивність, а в деяких випадках може негативно вплинути на властивості вантажу.

Ковшові елеватори – це машини безперервної дії, призначені для переміщення сипких вантажів різної фракції у вертикальному напрямку або близькому до нього [1, 2, 4, 6] (рис.5, 6).

Перевагою елеваторів є простота конструкції та можливість транспортування матеріалів різних фракцій різної вологості на значну висоту.

До основних недоліків ковшових елеваторів належать:

- невідповідність фактичної та технічної продуктивності через недоліки прийомних та перевантажувальних пунктів, що веде до збільшення енерговитрат;
- підвищена запиленість у приймальних та перевантажувальних пунктах та просип сипучої маси;
- обов'язковість рівномірної подачі вантажу;
- необхідність пристрою для запобігання зворотному ходу при вимкненому приводі.

Інерційні конвеєри слугують для транспортування сипких вантажів на порівняно короткі відстані горизонтальному або похилому (до 20°) напрямках [1, 2, 8] (рис.7, 8).

Інерційні конвеєри діляться на 2 групи: гойдаються, що характеризуються значними амплітудами та малою частотою коливань, та вібраційні – з малою амплітудою та великою частотою коливань.

Основними перевагами вібраційних конвеєрів [1, 2, 3, 8, 9] що забезпечують їх ефективне застосування у промисловості є: відсутність подрібнення вантажу, що переміщується в процесі транспортування; нікчемне зношування вантажонесучого органу; простота конструкції;

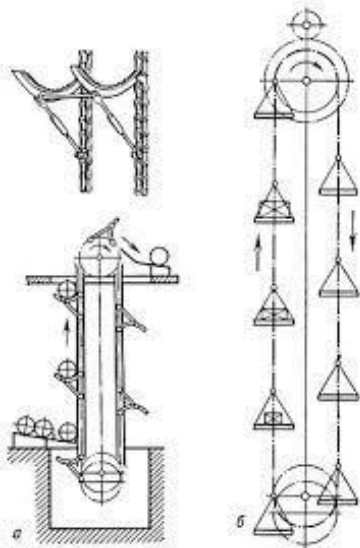


Рис. 5. Схема ковшового конвеєра



Рис. 6. Ковшовий конвеєр



Рис. 7. Вібраційний конвеєр



Рис. 8. Вібраційний конвеєр

практично повна відсутність деталей, що труться та швидко зношуються; легкість обслуговування та догляду; невисока енергоємність; безпеку експлуатації; можливість завантаження та розвантаження в будь-якій точці вантажонесучого органу; зростання ефективності під час транспортування під схил.

Вібраційні конвеєри застосовують для транспортування на невелику відстань (не більше ніж 200 м). Найбільш доцільно вібраційні конвеєри більшості типів застосовувати для транспортування на відстань до 50 м, тому що в цьому випадку можуть бути використані простіші в конструктивному відношенні та більш надійні в експлуатації однопривідні транспортні установки.

Швидкість вібротранспортування рекомендується визначати на основі експериментальних досліджень, використовуючи таку залежність [2, 7, 10]:

$$V = V_e K \quad (1)$$

де V_e – швидкість вібраційного транспортування еталонного продукту (з рис. 9 швидкість $V_e = 0,2 \dots 0,6$ м/с);

K – коефіцієнт транспортабельності насипного продукту.

Коефіцієнти транспортабельності деяких сипких продуктів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Коефіцієнти транспортабельності

Назва продукту	Коефіцієнти транспортабельності, K
Мука	01-04
Зерно пшениці	0,9
Рис	0,85
Крупа манка	0,6-0,7

Швидкість вібротранспортування сипучої маси залежить від багатьох факторів, таких як параметри вібрації, кута нахилу лотка та кута напрямку вібрації, ступеня заповнення лотка, реологічних властивостей продуктів. Вирішальне значення мають частота та амплітуда вібрації, від співвідношення яких залежить виникнення режимів псевдозрідження або віброкипіння під час транспортування.

Для практичних розрахунків можна використовувати експериментальні криві залежності швидкості вібротранспортування еталонного сипучого продукту від частоти та амплітуди вібрацій [5, 7, 8]. На рис. 9 представлені криві залежності швидкості вібротранспортування еталонного продукту шаром 50 мм при горизонтальній установці вібротранспортування та кута нахилу вібрацій 20 градусів від частоти при різних амплітудах коливань.

Аналіз цієї залежності показує, що при малих амплітудах коливань збільшення частоти не призводить до різкого збільшення швидкості. Амплітуда коливань понад 5,0 мм, навіть за низьких частот, викликає значне зростання швидкості вібротранспортування, що обумовлено створенням режиму псевдозрідження.

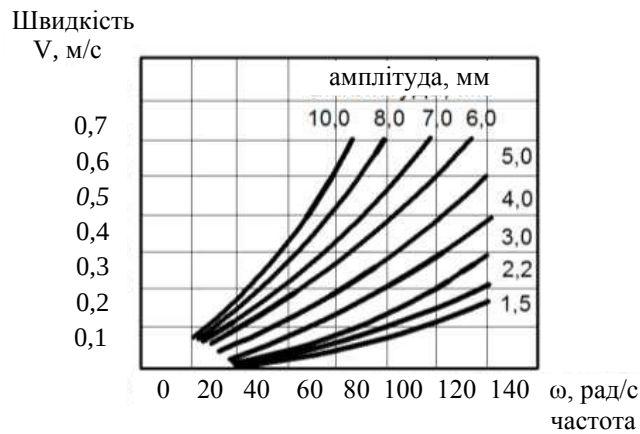


Рис. 9. Залежність швидкості вібротранспортування від частоти та амплітуди коливань

Найбільший ефект досягається при транспортуванні сухих однорідних порошкоподібних, зернистих та дрібнокускових насипних вантажів; швидкість горизонтального транспортування доходить до 0,3 м/с та в окремих випадках до 0,6 м/с при найбільш раціональних режимах вібрації. Менш ефективно використовувати вібраційні конвеєри для транспортування неоднорідних насипних вантажів з великою домішкою пилоподібних частинок – швидкість їхнього переміщення у 2-3 рази менша. Неефективно транспортуються пилоподібні вантажі розміром частинок менше 0,05 мм. Швидкість їхнього горизонтального переміщення зазвичай становить 0,1 - 0,15 м/с при висоті шару 50 - 60 мм, навіть за максимальної амплітуди коливань. У процесі вібраційного транспортування пилоподібних вантажів при підкиданні їх частинок виникають повітряні прошарки та створюється підвищений опір повітря їх мікропольоту. Цим обумовлюється мінімальна ефективність транспортування пилоподібних тонкодисперсних вантажів шляхом вібрації.

Найважливішою проблемою є вибір раціонального режиму вібрації та конструкції вібраційного конвеєра, які б забезпечили ефективне транспортування пилоподібних вантажів. Зі збільшенням амплітуди коливань ефективність транспортування пилоподібних вантажів збільшується, тому для їхнього переміщення використовують вібраційні конвеєри з ексцентриковим приводом (амплітуда коливань 12-15 мм, частота 500-400 1/хв). На конвеєрах з електромагнітним віброзбудником, що мають малу амплітуду (0,5 - 1,2 мм) та велику частоту (3000 1/хв) коливань, транспортування пилоподібних вантажів практично неефективне.

На похилих конвеєрах з подачею вантажу нагору швидкість переміщення та продуктивність знижуються приблизно на 3-5% на кожен градус підйому. Тому, як правило, вібраційні конвеєри не виконують з кутом підйому більше 10%, а для пилоподібних частинок 5% (при великих кутах транспортування практично припиняється). При подачі по нахилу вниз, на спуск (майже під кутом 10%) значно краще транспортуються всі види вантажів.

Швидкість транспортування однорідних шматкових вантажів майже не залежить від висоти шару та залишається постійною при коефіцієнті заповнення жолоба 0,2 - 0,8. Легкорухливі пилові та сухі зернисті вантажі при тонкому шарі

переміщаються з максимальною швидкістю. З підвищенням висоти шару, швидкість транспортування помітно зменшується, тому такі вантажі транспортують за малої висоти шару (50 - 100 мм).

Під час роботи вібраційних конвеєрів енергія витрачається на приведення в коливальний рух вантажонесучих елементів та на транспортування вантажу [8]. Потрібна потужність при пуску в 5 та більше разів перевищує навантаження при режимі руху вантажу. Тому для приводу вібраційних конвеєрів приймають двигуни із підвищеним пусковим моментом.

Середнє значення потужності, необхідне для підтримки періодичної вібрації в системі з зосередженими параметрами:

$$N_{cp} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^s \int_0^T B_i \dot{x}_i dt, \quad (2)$$

де B_i - дисипативна сила (або момент);

$\dot{x}_i$ - швидкість (або кутова швидкість);

t - час;

T - період вібрації;

s - загальна кількість діючих у системі дисипативних сил та моментів.

Швидкість $\dot{x}_i$ - це відносна швидкість двох елементів, внаслідок відносного руху яких виникає дисипативна сила B_i . Один із елементів належить системі, а другий або належить їй, або перебуває поза неї.

Якщо система лінійна, то вираз можна написати як:

$$N_{cp} = \frac{2}{T} \int_0^T \Phi dt, \quad (3)$$

де дисипативна функція:

$$\Phi = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} \dot{q}_i \dot{q}_j, \quad (4)$$

q_i, q_j - узагальнені швидкості; b_{ij} - елемент матриці коефіцієнтів опору; n - число ступенів свободи системи.

Замість залежності (2) можна користуватися еквівалентною їй рівністю, придатною також і для систем з розподіленими параметрами при дії зосереджених сил та моментів:

$$N_{cp} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^k \int_0^T F_i \dot{x}_i \cos \alpha_i dt, \quad (5)$$

де F_i - модуль змушуючої сили (або моменту); $\dot{x}_i$ - модуль швидкості точки прикладення змушуючої сили; α_i - кут між напрямками змушуючої сили та швидкості; k - число прикладених до системи змушуючих сил та моментів.

Можна визначити раціональну середню швидкість вібропереміщення залежно від амплітуди A та частоти коливань ν при різних кутах нахилу α . Значення α вибирають в діапазоні, який відповідає найбільшій середній швидкості вібропереміщення зернової маси.

На підставі перерахованих переваг та для подальших досліджень ми вибираємо вібраційний конвеєр, як найперспективніший.

Висновки. Перспективним напрямком для зменшення енергоспоживання, підвищення продуктивності та збільшення обсягів виробництва зернових матеріалів є дослідження вібраційних транспортуючих машин з ступінчастою робочою поверхнею та горизонтальною змушуючою силою.

Список використаних джерел

1. Омелянов О.М., Твердохліб І.В. Сучасний стан науково-технічних розробок в області підвищення ефективності вібраційної техніки та технологій. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. №3 (114). С. 75–90. DOI: 10.37128/2520-6168-2020-1-16.
2. Саленко Ю. С. Определение рациональных параметров вибрационного транспортера. Збірник наукових праць Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Полтава, 2015. Вип. 2 (44). С. 3–9.
3. Омелянов О. М., Запрій М. А. Напрямки підвищення ефективності роботи вібраційних технологічних машин. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. № 4(99). С. 49–58.
4. Фалько О. Л., Коваленко А.В. Енергозберігаюча схема роботи вібраційного транспортера з декою нової конструкції. Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку : тез доп. VII Міжнар. наук.-практ. конф., 7–9 верес. 2011 р., Донецьк– Святогірськ. Донецьк, 2011. С. 196–197.
5. Повідайло В. О. Вібраційні процеси та обладнання. Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2004. 248 с.
6. Купчук І. М. Перспективи розвитку конструктивних схем вібраційних приводів транспортних і технологічних машин АПК. Вібрації в техніці та технологіях. 2018. №3 (90). С. 44–52.
7. Франчук В. П. Инженерные методы расчета и выбора динамических параметров вибрационных грохотов, конвейеров, питателей. Збагачення корисних копалин. Науково-технічний збірник. 2001. № 12 (53). С. 126–143
8. Потураев, В. Н. Франчук В. П., Надутый В. П. Вибрационная техника и технологии в энергоемких производствах. Днепропетровск: НГА Украины, 2002. 190 с.
9. Солоня О. В. Керований вібраційний млин для помолу сипкого середовища. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. № 4(99). С. 11–20.

Денис СОКОЛОВ³,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ТИСКУ ЗРІДЖЕНОГО ГАЗУ У ГАЗОВИХ БАЛОНАХ

***Анотація.** При низьких температурах навколишнього середовища відбувається зниження тиску насичених парів зрідженого газу в газовому балоні. У даних умовах використання зрідженого газу в якості палива стає проблематичним, в результаті чого відбувається зниження працездатності газобалонної апаратури (ГБА). Аналіз методів для підтримки тиску зрідженого газу виявив відсутність універсального методу підтримання тиску зрідженого газу в автомобільному газовому балоні, який би дозволив підтримувати тиск зрідженого газу на заданому рівні. Огляд досліджень виявив, що найбільш прийнятним рішенням підтримки тиску зрідженого газу в автомобільному газовому балоні при низьких температурах навколишнього середовища є підігрів зрідженого газу в балоні.*

***Anotation.** At low ambient temperatures, the saturated vapor pressure of the liquefied gas in the gas cylinder decreases. Under these conditions, the use of liquefied gas fuel quality becomes problematic, resulting in a decrease in the efficiency of the gas cylinder equipment. The analysis of methods for maintaining the pressure of liquefied gas revealed the lack of a universal method for maintaining the pressure of liquefied gas in a car gas cylinder, which would maintain the pressure of liquefied gas at a given level. A review of the research revealed that the most acceptable solution for maintaining the pressure of LNG in a car gas cylinder at low ambient temperatures is to heat the liquefied gas in the cylinder.*

Вступ. Використання в якості палива для автомобільних двигунів зрідженого газу (ЗГ) дає можливість збільшити ефективність експлуатації автотранспортних засобів за рахунок зменшення кількості шкідливих викидів та зниження витрат на паливо. Крім того, робота двигуна внутрішнього згоряння на ЗГ дозволяє знизити знос циліндро-поршневої групи, збільшити пробіг між замінами моторного мастила, продовжити термін служби свічок запалювання та деталей системи впорскування.

Виклад основного матеріалу. Метою дослідження є забезпечення працездатності газобалонних автомобілів при низьких температурах навколишнього середовища шляхом підтримки тиску зрідженого газу в автомобільному газовому балоні в заданих межах.

³*Науковий керівник: асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Омелянов О.М.

Для ефективного використання газобалонної апаратури пропонується принципова схема системи підтримки заданого тиску зрідженого газу в газовому балоні. Принципова схема системи підтримки заданого тиску зрідженого нафтового газу в газовому балоні представлена на рис. 1

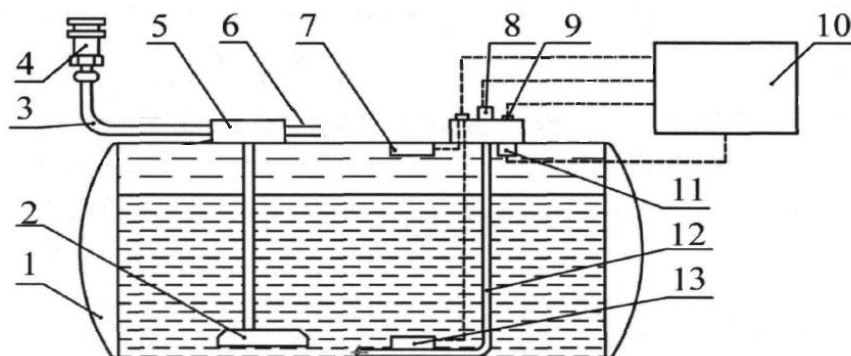


Рис.1. Принципова схема системи підтримки заданого тиску зрідженого нафтового газу в газовому балоні: 1 - газовий балон; 2 - газовий фільтр; 3 - заправна магістраль; 4 - виносний заправний пристрій; 5 - блок арматури; 6 – магістраль подачі газу в двигун внутрішнього згорання; 7 - датчик температури парової фази; 8 - клемми ТЕН; 9 - датчик контролю тиску ЗГ; 10 – ЕБК; 11 - датчик рівня газу; 12- трубчастий електронагрівач; 13 - датчик температури рідкої фази

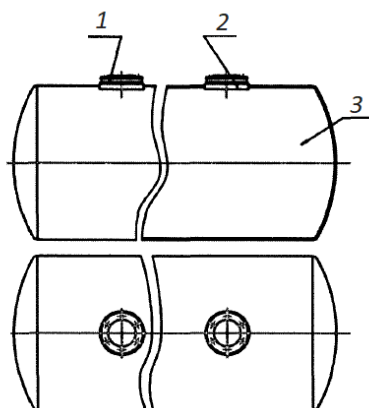


Рис.2. Автомобільний газовий балон з додатковим фланцем: 1 – фланець для блоку арматури; 2 – фланець для кріплення пристрою для підтримки заданого тиску ЗГ в газовому балоні; 3 – газовий балон

При розміщенні додаткового фланця необхідно дотримуватися таких умов:

- ТЕН повинен бути розміщений в газовому балоні таким чином, щоб він знаходився в рідкій фазі в зануреному стані;
- нагрівальна частина ТЕН повинна розташовуватися поблизу трубки забору газу для найбільш ефективного використання нагрівача;
- доступ до фланця після монтажу балона повинен бути вільним.

Після дообладнання газового балона необхідно провести випробування на герметичність. Випробування проводяться згідно з розрахунком на міцність гвинтів кріплення додаткового фланця для газового балона.

Розрахунок на міцність гвинтів кріплення:

Вихідні дані:

1. Гвинт М5.

2. Кількість гвинтів - 6 шт.

3 Тиск газу - 2,5 МПа

4. Діаметр отвору 48 мм.

Площа отвору Ø 48 мм:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (1)$$

де D – діаметр отвору, см;

$$S = \frac{3,14 \cdot 4,8^2}{4} = 18,09 \text{ см}^2.$$

Зусилля на фланці:

$$F_\phi = S \cdot P, \quad (2)$$

де P – тиску газу, кгс/см².

$$F_\phi = 18,09 \cdot 25 = 452 \text{ кг.}$$

Зусилля на один гвинт:

$$F_{zg} = \frac{F_\phi}{n}, \quad (3)$$

де n – кількість гвинтів, од.

$$F_{zg} = \frac{452}{6} = 75 \text{ кг.}$$

Приймаємо осьову силу на гвинт $F_{zg} = 100$ кг.

1. Розрахунок на розтяг

Розрахунковий діаметр стержня (внутрішній діаметр різьби d_p)

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_\phi}{\pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (4)$$

де $[\sigma_p]$ – граничний розтяг для Сталі 30, $[\sigma_p] = 1400$ кгс/см².

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{3,14 \cdot 1400}} = 0,3 \text{ см} = 3 \text{ мм.}$$

Внутрішній діаметр різьби М5, 1мм. Умова дотримується оскільки $4,1 > 3$.

2. Розрахунок на зріз

Напруження зрізу на різьбі:

$$\tau \geq \frac{F_\phi}{\pi \cdot d_p \cdot k \cdot H \cdot k_m} \leq [\tau_{cp}], \quad (5)$$

де: H - робоча висота різьби, см;

k - коефіцієнт повноти різьби;

k_m - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по витках різьби через помилки кроку;

$[\tau_{cp}]$ - максимальне напруження зрізу для металу Сталь 30,
 $[\tau_{cp}] = 850 \text{ кгс/см}^2$.

$$\tau = \frac{100}{3,14 \cdot 0,41 \cdot 0,87 \cdot 1,5 \cdot 0,55} = 108,2 \text{ кгс / см}^2.$$

Умова виконується, оскільки $108,2 < 850$.

На рис. 3 показано місце розташування ТЕН в газовому балоні на прикладі 50-літрового циліндричного автомобільного балона.

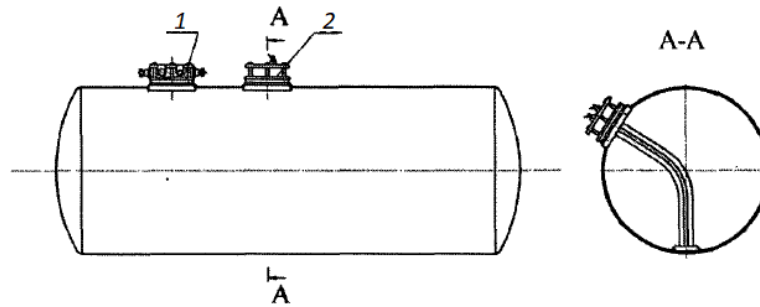


Рис. 3. Розташування ТЕН в газовому балоні: 1- блок арматури; 2 – ТЕН

На рис. 4 представлена конструкція пристрою для підтримки заданого тиску ЗНГ в газовому балоні.

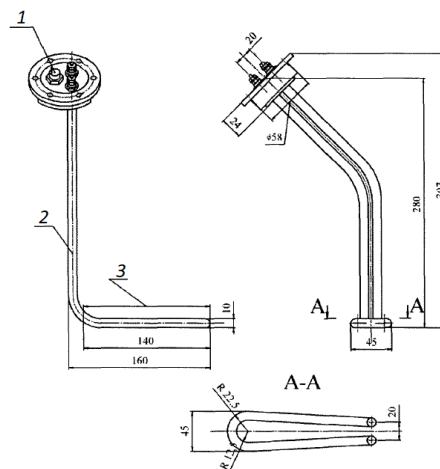


Рис. 4. Конструкція пристрою для підтримки заданого тиску ЗНГ в газовому балоні: 1- датчик тиску; 2 – холодна частина ТЕН; 3 – нагрівальна частина ТЕН

Пристрій для підтримки заданого тиску ЗНГ в газовому балоні складається з ТЕН, муфти кріплення ТЕН з фланцем балона та датчика тиску. Пристрій встановлюється на додатковий фланець.

З'єднання ТЕН з блоком кріплення за допомогою латунних конусних муфт представляється найбільш раціональним для ТЕН з мідною оболонкою, оскільки даний спосіб використовується для кріплення витратного та заправного трубопроводів до блоку арматури

Переваги даного з'єднання:

а) можливість демонтажу ТЕН з фланця при обслуговуванні або виході ТЕН з ладу,

б) мінімальні витрати при заміні ТЕН (заміна конусної муфти),

в) можливість регулювати довжину ТЕН в залежності від діаметра газового балона.

Недоліки:

а) нормування зусилля затяжки конічного штуцера при монтажі (перевищення моменту затягування може привести до зриву різьби),

б) використання дорогого матеріалу при виготовленні блоку кріплення, проте блок кріплення має високу надійність та практично не виходить з ладу.

Найбільш прийнятним з точки зору експлуатації даного пристрою є поєднання ТЕН з блоком кріплення за допомогою латунних конусних муфт.

Є можливим встановлення ТЕН в штатний блок арматури, і в такому випадку відпадає необхідність виготовлення додаткового фланця. Але для цього потрібно узгодження з розробником технічної документації на блок арматури, що є досить складним процесом.

Електронний блок керування (рис. 1) отримує інформацію від датчиків контролю тиску ЗНГ, температури парової та рідкої фаз та призначений для відключення ТЕН при збільшенні тиску зрідженого газу в газовому балоні вище заданого.

На основі вищенаведеного пропонується розробити методику дообладнання ГБА комплексом технічних рішень з підтримки заданого тиску зрідженого газу в газовому балоні.

Висновки. Запропонована принципова схема системи підтримки заданого тиску зрідженого газу в газовому балоні. Описано заходи які необхідно здійснити для дообладнання ГБА.

Використання запропонованого технічного рішення з підтримки заданого тиску ЗГ в газовому балоні дозволяє забезпечити працездатність ГБА при низьких температурах навколишнього повітря.

Список використаних джерел

1. Кім А.А. Перевод автотранспортних засобів на ГБО. Аналіз динаміки ринку послуг по переводу АТЗ на ГБО. А.А. Кім, В.А. Кочетков. Транспорт на альтернативному паливі: Міжнародний науково-технічний журнал. 2010. №2 (14). С. 52-54.

2. Солоня О. В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, ТОВ "Друк". 2020. 252 с.

3. Соколов А.В. Газ як альтернатива. А.В. Соколов. Журнал «Автомайстер».: Видавництво «ТРЕК». 2007. №7. С. 24-28.

4. EliteGas [Електронний ресурс]: 5 покоління ГБО. Режим доступу: https://elitegas.com.ua/our_services/5-pokolenie-gbo.html

Максим БУЗДИГАН⁴,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗМЕНШЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

***Анотація.** На сьогодні забруднення довкілля шкідливими речовинами з відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння, є найбільшою екологічною проблемою для людей та навколишнього середовища. У відпрацьованих газах, що їх викидають наші автомобілі, виявлено близько 280 різних шкідливих речовин, серед яких особливу небезпеку становлять канцерогенні бензопірені, оксиди азоту, свинець, ртуть, альдегіди, оксиди вуглецю й сірки, сажа, вуглеводні.*

В даній статті висвітлено проблему забруднення навколишнього середовища відпрацьованими газами дизельних двигунів. Проаналізовано склад відпрацьованих газів. Розглянуто шляхи зменшення токсичності відпрацьованих газів.

***Ключові слова:** токсичні речовини, відпрацьовані гази, двигун внутрішнього згоряння, паливо.*

***Annotation.** To date, the environment is the biggest environmental problem for humans and the environment. About 280 different harmful substances have been found in the emissions emitted by our cars, among which carcinogenic benzopyrenes, oxides of nitrogen, lead, mercury, aldehydes, oxides of carbon and sulfur, soot and hydrocarbons are dangerous.*

This article highlights the problem of environmental morbidity of exhaust gases from diesel engines. The composition of exhaust gases is analyzed. Ways to reduce the toxicity of exhaust gases are considered.

***Key words:** toxic substances, exhaust gases, internal combustion engine, fuel.*

***Вступ.** Рівень транспортного забезпечення країн світу набуває все більших масштабів, а разом із тим і забруднення навколишнього середовища стає все більшою загрозою для людства. Головним чинником забруднення довкілля транспортно-дорожнім комплексом є – відпрацьовані гази (ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Під час згоряння палива у ДВЗ, утворюються гази, які містять у своєму складі велику кількість шкідливих речовин, у тому числі канцерогени, що згубно впливають на здоров'я людини та навколишнє середовище. Окрім цього транспорт несе за собою викиди тонко-дисперсних та дуже тонко-дисперсних частинок[1].*

Зокрема забруднення довкілля шкідливими речовинами ВГ призводить до екологічного лиха в цілих регіонах та великих містах, і як наслідок знищення флори та фауни. Великий вплив на стан навколишнього середовища та здоров'я

⁴*Науковий керівник – к.т.н, доцент кафедра агроінженерії і технічного сервісу, інженерно-технологічного факультету, ВНАУ Паладійчук Ю.Б.

людини мають наступні компоненти, що містяться у ВГ дизельних двигунів: оксид вуглецю, вуглеводні, сажа та оксиди азоту. Зниження рівня концентрації оксиду вуглецю, вуглеводнів та сажі, на сьогодні вирішується за допомогою новітніх конструкцій та сучасного оснащення двигунів. Проте зменшення викидів оксиду азоту залишається відкритою проблемою для екологів та виробників ДВЗ. Вирішення даної задачі полягає не у розробці новітніх методів та технологій (на сьогодні їх більш ніж достатньо), а у виборі оптимального варіанта за екологічними та економічними показниками. Сьогодні для більшості споживачів економічна сторона відіграє важливу роль, адже через нестачу коштів та високі ціни вони починають ігнорувати екологічними аспектами навколишнього середовища.

Актуальність теми дослідження. Робота полягає у впровадженні новітніх підходів з удосконалення екологічних та економічних показників роботи дизельних двигунів, та зменшення токсичних викидів в атмосферу, запобіганню забруднення довкілля.

Виклад основного матеріалу. У середньому за рік автомобільний транспорт викидає в атмосферу близько 5,5 млн. тонн токсичних речовин, це біля 39 % усього обсягу шкідливих викидів в Україні.

Великі міста найбільше потерпають від забруднень ВГ, рівень забруднення атмосфери ВГ становить 70 – 90% загального рівня забруднень. На території України, досить великий відсоток припадає на автотранспортні засоби, що експлуатуються з надмірним вмістом шкідливих речовин у ВГ. [1].

Екологічною проблемою, зумовленою посиленням техногенного впливу на природне середовище, пов'язана зі станом атмосферного повітря. Це зумовлено рядом деяких причин: [1].

- *По-перше*, стрімке забруднення атмосфери фреонами, оксидами азоту і ін., які руйнують озоновий шар.

- *По-друге*, концентрації CO₂, яка зростає та забруднює атмосферу тим що відбувається за рахунок згоряння викопного палива.

Таблиця 1. Відсотковий склад речовин у ВГ дизельних двигунів, [1].

№ п/п	Речовина	Показник
1	Кисень, O ₂	2,0 – 18,0
2	Вуглекислий газ, CO ₂	1,0-12,0
3	Водяна пара, H ₂ O	0,5 – 10,0
4	Азот, N ₂	76-78
5	Оксиди азоту, NO _x	0,1 – 1,0
6	Чадний газ, CO	0,01-0,5
7	Вуглеводні, C _x H _y	0,01-0,5
8	Альдегіди	0 – 0,05
9	Сажа	до 20 000
10	Оксиди сірки	0,015

ВГ містять у своїй структурі окрім гостро токсичних компонентів ще й ряд нетоксичних речовини, зокрема: кисень, вуглекислий газ, азот та сірка.

Азот в ВГ при високих температурах і тиску в циліндрі двигуна вступає в реакцію з киснем і як результат утворюються отруйні окисли. Вміст сірки у паливі, від так і у ВГ, призводить до її окислення з киснем і воднем, утворюючи токсичні сірчистий і сірководневий гази.

Вуглекислий газ, хоча і не є токсичним для живих організмів, при підвищенні концентрації підсилює розкладання будівельних матеріалів (вапняків, бетону та ін.), Прискорює «старіння» кам'яних будівель і викликає сильну корозію металів. Таким чином, ВГ двигунів крім прямого негативного впливу на людський організм приносять масштабні матеріальні збитки, яких можна було запобігти.

Зміст і кількість токсичних речовин у ВГ двигунів не залишається постійним і залежить від цілого ряду причин. До них слід віднести перш за все тип двигуна (карбюраторний або дизельний), режим його роботи, оптимальність регулювань, технічний стан двигуна і якість палива. [1].

Побачивши колосальні збитки від ВГ у багатьох країнах світу заснували жорсткі екологічні вимоги ЄВРО щодо викидів шкідливих речовин від транспортних засобів в атмосферу. Після цього кількість шкідливих речовин у ВГ автомобілів за кордоном знизилась приблизно в 3 рази, а разом за останні 40 років вміст токсичних компонентів зменшився на неймовірних 70 %.

Від тепер у всьому світі, у тому числі в Україні посилюються екологічні норми вмісту токсичних речовин у ВГ ДВЗ тракторів, самохідних машин, автомобілів та спеціальної техніки. На даний час існує два сучасних та перспективних екологічних стандарти для дизельних двигунів лісгосподарських та сільськогосподарських мобільних машин це Stage і Tier, що діють на території Європейського союзу та США відповідно. [2].

Таблиця.2. О'бєм граничних викидів шкідливих речовин (Stage II)[2].

Категорія двигуна	Потужність (кВт)	Оксид вуглецю (CO) (г/кВт*г)	Вуглеводні (HC)(г/кВт*г)	Оксид азоту (NO _x) (г/кВт*г)	Тверді частинки (PM) (г/кВт*г)
E	130 – 560	3,5	1,0	6,0	0,2
F	75 - 130	5,0	1,0	6,0	0,3
G	37 – 75	5,0	1,3	7,0	0,4
D	18 – 37	5,5	1,5	8,0	0,8

Таблиця. 3. О'бєм граничних вихідних шкідливих речовин (Stage III) [2].

Категорія двигуна	Потужність (кВт)	Оксид вуглецю (CO) (г/кВт*г)	Вуглеводні+ Оксид азоту (HC+ NO _x) (г/кВт*г)	Тверді частинки (PM) (г/кВт*г)	Дата введення
H	130 – 560	3,5	4,0	0,2	01.01.2023
I	75 - 130	5,0	4,0	0,3	01.01.2023
J	37 – 75	5,0	4,7	0,4	01.01.2024
K	18 – 37	5,5	7,5	0,6	01.01.2024

За допомогою норм Stage I, II, III та IV встановлюються максимальний допустимий рівень токсичності та димності ВГ дизельних двигунів.

При цьому, даними змінами також встановлено підвищення екостандартів для тракторів до рівня Stage III у 2023 і 2024 році (таблиця 3).

Зниження рівня токсичності ВГ може бути досягнуто різними методами:

- вдосконалення процесів сумішоутворення та згоряння;
- організації рециркуляції ВГ;
- нейтралізації ВГ;
- застосування палива поліпшеної якості і альтернативних палив [3].

Застосовуючи дані методи для зниження токсичності ВГ, що чинять вплив на робочий процес, призводять, як правило, до зменшення потужності двигуна та збільшення витрат палива. У двигунах з примусовим займанням не забезпечується допустимий рівень токсичності та вмісту шкідливих речовин у ВГ. Для вирішення даної проблеми застосовують системами нейтралізації, за допомогою якої відбувається значне зниження концентрації токсичних речовин під впливом на робочий процес та застосуванням приладів для нейтралізації і очищення газів у випускному трубопроводі нейтралізаторів та очищувачів.

Одним із найнебезпечнішим компонентом ВГ дизельних двигунів є сажа, яка відноситься до канцерогенів, які причиняють негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я всього світу [3].

Фільтр сажі це спеціальний пристрій, який очищає ВГ дизельної силової установки від сажевих частинок, що виходять в навколишнє середовище. Слід зауважити, що завдяки використанню фільтра сажі викид шкідливих речовин в атмосферу мінімізується приблизно на 75-85 %. І це є головним завданням фільтруючого елемента, уловлювати сажу під час роботи вихлопної системи двигуна [4].

Не варто зрівнювати сажовий фільтр з каталізатором (яких на сьогоднішній день існує безліч), так як перший компонент в основному бореться тільки з сажею, яка є солярці, а другий елемент вступає в боротьбу безпосередньо із шкідливими ВГ. Але насправді, одне іншому не заважає, а навіть навпаки доповнює: те що двигун дизельний, зовсім не означає, що в його вихлопах немає чадного газу, оксидів азоту та незгорілих вуглеводнів, тому каталітичний нейтралізатор (каталізатор) також необхідний.

Для зменшення викидів сажі, інженери доповнили окислювальний нейтралізатор, який бореться з викидами CO і CH, дизельним сажовим фільтром (DPF) (рис.1) [4]. В основному нейтралізатор і фільтр знаходяться в одному корпусі, але зустрічаються і роздільні конструкції.

Фільтр DPF схожий на звичайний нейтралізатор. Різниця в тому, що саме він накопичує в собі частинки сажі і виробляє їх спалювання – регенерацію.

Найбільш перспективним напрямком зменшення токсичності ВГ дизельних двигунів є встановлення системи **Common Rail** [5].

Common Rail це сучасною система впорскування палива дизельних двигунів. Відрізняється від традиційних дизелів з низьким тиском подачі палива наявністю рампи, куди під великим тиском (понад 1000 бар) подається паливо, яке розподіляється між електричними форсунками з соленоїдними клапанами.

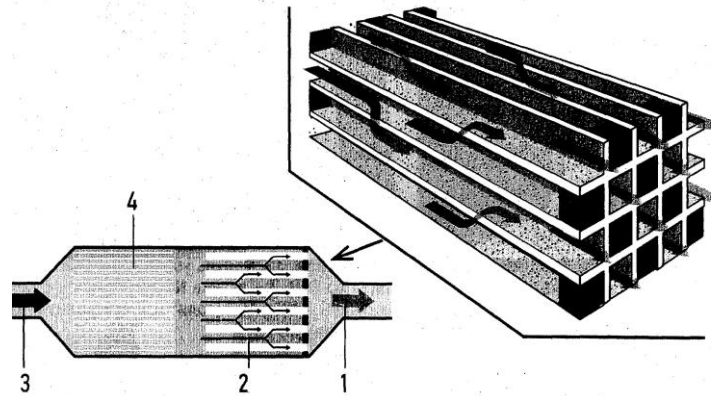


Рисунок 1. Схема сажового фільтра: 1 – очищені відпрацьовані гази; 2 – фільтр DPF; 3 – відпрацьовані гази із двигуна; 4 – окислювальний нейтралізатор.

Фільтр-сажовловлювач (рис.2) — це конструкція з комірками прямокутного перерізу який ловить частинки сажі. Матеріал фільтра — пористий кордієрит — достатньо міцний, стійкий до агресивних хімічних речовин, спалювання та утворення тріщин при високих температурах [4].

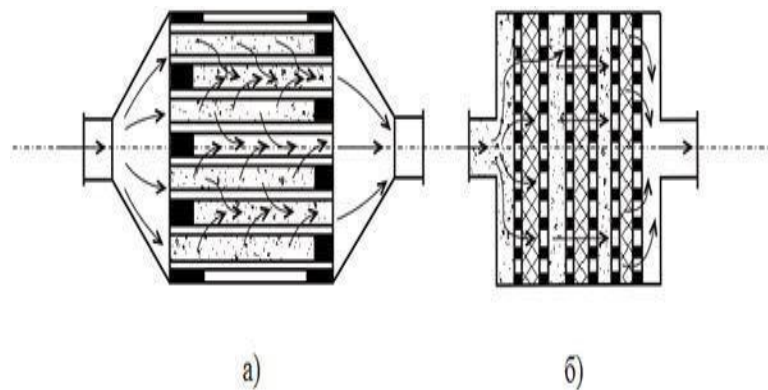


Рисунок 2. Схема фільтрів-сажовловлювачів із комірковою (а) та багатшаровою насадками (б)

Третє покоління систем Common Rail відрізняється застосуванням п'єзоелектричних інжекторів для збільшення точності впорскування, кількісне збільшення фаз впорскування, а також підвищення тиску подачі палива в рампу (до 1800 бар). Що не тільки економить паливо, а і допомагає скоротити ВГ, рівень шуму, а також значно поліпшити його динамічні характеристики. В порівнянні з звичайним дизелем система Common Rail дає змогу знизити витрату палива до 40% при зменшенні токсичності ВГ і зниження шумності при роботі на 10%.

Розвиток системи Common Rail відбувається шляхом збільшення тиску впорскування:

- перше покоління – 140 МПа, з 1999 року;
- друге покоління – 160 МПа, з 2001 року;
- третє покоління – 180 МПа, з 2005 року;
- четверте покоління – 220 МПа, з 2009 року.

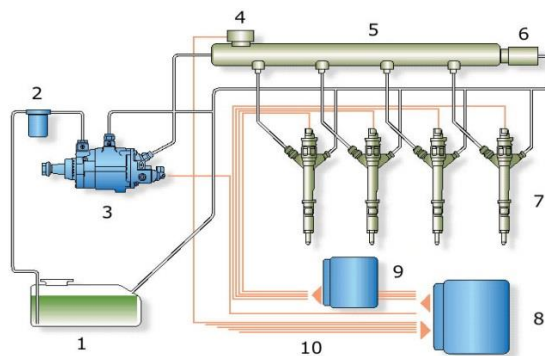


Рисунок 3. 1. Паливний бак; 2. Паливний фільтр; 3. Паливний насос високого тиску; 4. Датчик тиску палива; 5. Паливна рампа; 6. Регулятор тиску; 7. Форсунки; 8. Електронний блок керування; 9. Підсилювальний блок; 10. Сигнали від датчиків.

Чим вищий тиск у системі впорскування, тим більше палива можна впорскувати в циліндр за рівний проміжок часу і, відповідно, реалізувати більшу потужність двигуна [5].

Задля досягнення відповідності жорстким вимогам екологічності сучасні двигуни переобладнують різними шляхами, зокрема, оптимізують їхню конструкцію, удосконалюють систему управління, паливну апаратуру, а також установлюють додаткові підсистеми зниження токсичності ВГ. Крім того, необхідно застосовувати відповідне пальне. [6]

Без електроніки, яка далеко не безкоштовна не можна здійснювати управління екологічно чистим обладнанням. Саме тому для невеликих машин нові екологічні норми створюють найбільші складнощі, оскільки в компактних машинах мало місця для розміщення додаткових агрегатів, призначених для знешкодження ВГ [6]

Висновки. Забруднення атмосфери відпрацьованими газами – актуальне явище в будь-якому більш-менш великому населеному пункті Шкідливі викиди мало того, що помітно знижують якість повітря та ще й роблять його небезпечним для життя людей та тварин. Перенасичення атмосфери різними хімічними речовинами веде до знищення тисяч видів рослин і тварин, часткового порушення озонового шару, глобального потепління та іншим катаклізмам планетарного масштабу.

Екологічний контроль транспортних засобів тягне за собою, зменшення негативного впливу викидів на довкілля. Це потребує спільних зусиль фахівців різних галузей: автовиробників, приладобудівників, метрологів, спеціалістів по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів, екологів.

Запобігти або загальмувати згубні для екології наслідки науково-технічного прогресу можна за допомогою новітніх технологій таких як Common Rail, дотриманню EURO стандартів, застосуванню фільтрів та систем рециркуляції.

Список використаних джерел

1. Способи зниження токсичності відпрацьованих газів: веб-сайт: URL:<https://pidruchniki.com/>. (дата звернення 28.02.22).

2. Стандарти Євросоюзу з токсичності відпрацьованих газів: веб-сайт: URL: <https://www.drive2.ru/b/>. (дата звернення 28.02.22).

3. Відпрацьовані гази. 2019. веб-сайт: URL: <https://uk.wikipedia.org/>. (дата звернення 07.03.22).

4. Сажовий фільтр (DPF): веб-сайт. URL: <https://topik.ru/> (дата звернення 20.11.21).

5. Сучасні та перспективні екологічні стандарти для дизелів сільськогосподарських мобільних машин та технології, які дозволяють їх виконати веб-сайт: URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf2t5/12boatte.pdf> (дата звернення 08.03.22).

6. Паладійчук Ю.Б., Телятник І. Обґрунтування параметрів зниження токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів. Техніка, енергетика, транспорт АПК. Вип. 1 (108). Вінниця. 2020. С. 44-57.

Руслан ЦЕХМІСТЕР⁵,

студент 4 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

Оптимізація аналізу результату експериментальних досліджень

***Анотація.** Розглянуто варіанти оцінювань вибірок довільного обсягу, для яких вирішується питання визначення мінімального обсягу вибірки, щоб отримана оцінка параметра розподілу або початкових умов задовольняла встановленим вимогам до проведення вимірювань з необхідною точністю.*

***Ключові слова:** обсягу вибірки, експериментальне дослідження, генеральної сукупності, фінансові витрати.*

***Abstract.** Options for estimating samples of arbitrary volume are considered, for which the issue of determining the minimum sample size is solved so that the obtained estimate of the distribution parameter or initial conditions satisfies the established requirements for measurements with the required accuracy.*

***Keywords:** sample size, experimental study, general population, financial costs.*

***Вступ.** Проведення вимірювального експерименту завершується опрацюванням результатів спостережень для визначення результату вимірювань – кінцевої мети вимірювань. В процесі цього вирішують дві задачі: першу – знаходять найкращу для вибраних методик, засобів, умов та отриманих даних оцінку значення вимірювальної величини і другу – оцінюють характеристики точності вимірювань. Результат вимірювання є повноцінним за умови, що він*

⁵*Науковий керівник – к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ВНАУ Возняк О. М.

супроводжується оцінкою його точності до якої відносяться багато важливих даних, зокрема – кількість спостережень.

Обсяг опрацювання залежить від різновиду вимірювання, кількості експериментальних даних, вимог до точності вимірювання, апріорної інформації про систематичні та випадкові похибки вимірювання тощо. Лише при прямих разових вимірюваннях отримані результати спостереження можуть бути результатами вимірювання за умови, що систематичні похибки вимірювань не корегують. В інших вимірюваннях опрацювання може здійснюватись за стандартними методиками. Незалежно від виду розподілу випадкових похибок якості оцінювального результату покращується зі збільшенням результатів спостережень.

Мета роботи. Ця робота присвячена розробці методики визначення оптимального об'єму вибірки при проведенні незалежних вимірювань фізичної величини з дотриманням певних вимог.

Використання функції найбільшої правдоподібності

Нехай дана вибірка $(x_1 \dots x_n)$ обсягу n з генеральної сукупності неперервно розділеної вершини x . Функцією найбільшої правдоподібності називають функцію параметра γ , що визначається співвідношенням [1]

$$L(x_1, \dots, x_n; \gamma) = f(x_1, \gamma) f(x_2, \gamma) \dots f(x_n, \gamma), \quad (1)$$

де γ – параметр розподілу.

В якості оцінки параметру γ береться значення при якому функція правдоподібності досягає свого максимуму. Це значення $\bar{\gamma}$ є функцією $x_1, \dots, x_n$:

$$\bar{\gamma} = \Gamma(x_1, \dots, x_n) \quad (2)$$

Відповідна функція вибірки $\Gamma(x_1, \dots, x_n)$ називається оцінкою найбільшої правдоподібності γ . Параметр $\bar{\gamma}$ знаходять рішенням відносно γ рівняння

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma} = 0,$$

або

$$\frac{1}{L} \frac{\partial L}{\partial \gamma} = \frac{\partial \ln L}{\partial \gamma} = 0. \quad (3)$$

Якщо розподіл X залежить від l параметрів, то найбільш правдоподібну оцінку $\bar{\gamma}$ знаходять рішенням системи рівнянь

$$\frac{\partial L}{\partial \gamma_i} = 0 \quad (i = 1, \dots, l),$$

або

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \gamma_i} = 0 \quad (i = 1, \dots, l).$$

Для прикладу розглянемо оцінку невідомих параметрів a і σ нормального розподілу, виходячи з вибірки $(x_1 \dots x_n)$ обсягу n .

Функція правдоподібності [2]

$$L(x_1, \dots, x_n; a, \sigma^2) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\right)^n \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^n (x_k - a)^2\right]. \quad (4)$$

Відповідно

$$\ln L = -\frac{n}{2} \ln 2\pi - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^n (x_k - a)^2. \quad (5)$$

Запишемо систему рівнянь для визначення a і σ^2

$$\begin{cases} \frac{\partial \ln L}{\partial a} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{k=1}^n (x_k - a) = 0, \\ \frac{\partial \ln L}{\partial (\sigma^2)} = -\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^n (x_k - a)^2 = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Шляхом вирішення системи знаходимо оцінку максимальної правдоподібності параметрів a і σ^2

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k = \bar{x}, \quad (7)$$

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2. \quad (8)$$

Виходячи з аналогічних міркувань можна оцінити оптимальний обсяг вибірки результатів вимірювання фізичних величин при поставлених умовах до точності проведення експерименту.

Визначення обсягу n при визначенні довірчої оцінки a з невідомим σ

Оцінка базується на факті, що величина $\frac{\bar{X} - a}{S} \sqrt{n}$ задовольняє t -розподілу з $m = n - 1$ ступенями свободи.

За таблицями t -розподілу Стюдента і заданому α можна знайти квантіль розподілу $t_{\alpha, n-1}$ для якого справедливий вираз [1]

$$P(-t_{\alpha, n-1} < \frac{\bar{X} - a}{S} \sqrt{n} < t_{\alpha, n-1}) = 1 - \alpha, \quad (9)$$

або

$$P(\bar{X} - \frac{S}{\sqrt{n}} t_{\alpha, n-1} < a < \bar{X} + \frac{S}{\sqrt{n}} t_{\alpha, n-1}) = 1 - \alpha. \quad (10)$$

Таким чином випадковий інтервал $\left(\bar{X} - \frac{S}{\sqrt{n}} t_{\alpha, n-1}; \bar{X} + \frac{S}{\sqrt{n}} t_{\alpha, n-1}\right)$ є довірна оцінка a з мірою надійності $p = 1 - \alpha$ по якій можливо визначити оптимальний обсяг вибірки n результатів вимірювання.

Визначення обсягу вибірки n при визначенні довірчої оцінки σ з невідомим a

Оцінка базується на факті, що при заданих умовах величина $\frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$ задовольняє χ^2 -розподілу з $n-1$ ступенями свободи. З таблиці χ^2 -розподілу [3] по заданим α і $m = n-1$ ступеням свободи визначають два числа c_1 і c_2 , так, що

$$P(\chi^2 < c_1) = 1 - P(\chi^2 > c_2) = \frac{\alpha}{2}, \quad (11)$$

та

$$P(\chi^2 > c_2) = \frac{\alpha}{2}. \quad (12)$$

Числа $c_1 = \chi^2_{1-\frac{\alpha}{2}}$, $c_2 = \chi^2_{\frac{\alpha}{2}}$ визначенні так, що

$$P(c_1 < \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} < c_2) = 1 - \alpha, \quad (13)$$

або

$$P(\frac{(n-1)s^2}{c_2} < \sigma^2 < \frac{(n-1)s^2}{c_1}) = 1 - \alpha. \quad (14)$$

Таким чином, $\left(\frac{(n-1)s^2}{c_2}; \frac{(n-1)s^2}{c_1}\right)$ є довільною оцінкою σ^2 з мірою надійності $1 - \alpha$.

Виходячи з вищенаведених міркувань можливо визначити обсяг вибірки n результатів незалежних вимірювань фізичної величини, за умови, що середньоквадратичне відхилення (СКВ) результатів не перебільшує наперед заданого значення.

Визначення обсягу вибірки n результатів незалежних вимірювань розподілених за нормальним законом.

Нехай при проведенні незалежних вимірювань похибка розподілена за нормальним законом. СКВ задане і накладаються обмеження щоб хоча б для одного з вимірювань похибка не перебільшувала $\pm\Delta$, з ймовірністю P_3 . Вважаємо, що систематична похибка дорівнює нулю. Ймовірність того, що при одному вимірюванні похибка не перебільшить $\pm\Delta$, дорівнює $P = P[|\Delta_{1,2}| < \Delta] = \Phi(\frac{\Delta}{\sigma})$, де $\Phi(2)$ – функція Лапласа.

Ймовірність того, що при n незалежних вимірюваннях ні одне з них не забезпечить похибки меншої $\pm\Delta$, дорівнює

$$(1 - P)^n = \left[\Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) \right]^n, \quad (15)$$

що знаходять, скориставшись таблицями функції Лапласа.

З іншого боку, ця сама ймовірність повинна бути не більша ніж P_3 .

$$1 - P_3 = \alpha,$$

тому можна записати нерівність

$$\left[\Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) \right]^n \leq \alpha. \quad (16)$$

Звідки

$$n \geq \frac{\lg \alpha}{\lg \left[\Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) \right]} = \lg \left[\alpha - \Phi\left(\frac{\Delta}{\sigma}\right) \right]. \quad (17)$$

Тоді оптимальний обсяг вибірки результатів незалежних вимірювань буде визначатись як найменше ціле число, що задовольняє нерівності.

Розглянемо інший випадок коли необхідно визначити мінімальний обсяг вибірки, щоб

$$P(|\bar{a} - a| < \varepsilon) = P_{\text{дов}}, \quad (18)$$

де $\bar{a}$ – середнє арифметичне, ε – фіксоване значення, що забезпечує одночасно значення α і β , менші від заданих.

Середньоквадратичне значення σ для генеральної сукупності відоме і визначене при попередніх дослідженнях. За результатами поточних вимірювань x_i знаходять середнє значення $\bar{x}$, яке має нормальний закон розподілу, незалежно від вихідного розподілу генеральної сукупності.

Розглянемо випадок для нормованої випадкової величини, коли $a = MX$ і $\bar{a} = \bar{x}$, тоді [3]

$$P\left(\left|\frac{\bar{x} - MX}{\sigma\bar{x}}\right| < z_{1-\alpha/2}\right) = 1 - \alpha. \quad (19)$$

Зіставивши попередні вирази, можна записати, що припустимо відхилення середнього від математичного сподівання з ймовірністю $1 - \alpha$ не перевищує $\varepsilon = \sigma \cdot z_{1-\alpha/2}$.

Скористаємось тим, що дисперсія середнього в n разів менша за вихідну дисперсію, запишемо

$$\varepsilon = z_{1-\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (20)$$

Тоді мінімальний обсяг вибірки, тобто мінімальна кількість спостережень $n_{\min}$, за якої отримане середнє буде відрізнятись від істинного значення не більше ніж на ε з ймовірністю $1 - \alpha$, буде

$$n_{\min} = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}{\varepsilon^2}. \quad (21)$$

Визначення обсягу вибірки при перевірці гіпотези про належність вибірки до генеральної сукупності.

Припустимо, що на вхід приладу П може бути подано одне з двох значень величини x_0 і x_1 (рис.1). При багаторазовому вимірюванні вихідної величини отримаємо значення $x_i (i=1, \dots, n)$ та обчислимо середнє $\bar{x}$. Необхідно визначити, чи є $\bar{x}$ оцінкою випадкової величини із центрами x_0 і x_1 . Висувається гіпотеза $H_0: \bar{x} \in x_0$ при альтернативній гіпотезі $H_1: \bar{x} \in x_1$ [3].

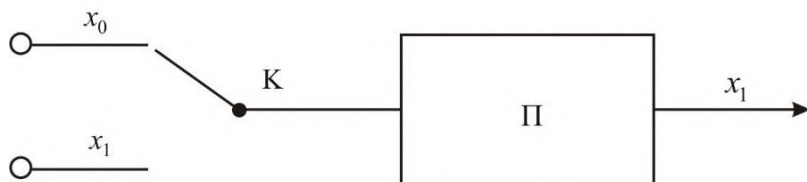


Рисунок 1 – Перевірка гіпотези про належність вибірки до генеральної сукупності

Ймовірність виникнення помилки першого роду

$$\alpha = P[(\bar{x} - x_0) > \varepsilon], \quad (22)$$

де $\varepsilon = z_{1-\alpha} \sigma_{\bar{x}}$.

Ймовірність виникнення помилки другого роду

$$\beta = P[(\bar{x} - x_1) < \varepsilon]. \quad (23)$$

Виходячи з оптимальної процедури перевірки гіпотез, необхідно визначити мінімальний обсяг випробувань, який забезпечує помилки першого й другого роду, що не перевищують заданих значень.

Для гіпотези H_0 можна записати

$$P\left[\bar{x} \leq \frac{\varepsilon}{x_0}\right] = 1 - \alpha, \quad (24)$$

$$\text{Тоді } \frac{\varepsilon - x_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = z_{1-\alpha}.$$

Для гіпотези H_1 має виконуватись співвідношення

$$P(\bar{x} \leq \frac{\varepsilon}{x_1}) = \beta. \quad (25)$$

$$\text{В цьому випадку } \frac{\varepsilon - x_1}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = z_{\beta}.$$

Після перетворень маємо

$$\sqrt{n}(x_1 - x_0) = z_{1-\alpha}\sigma - z_{\beta}\sigma. \quad (26)$$

Звідки кількість випробувань

$$n_{\min} = \left[\frac{\sigma(z_{1-\alpha} - z_{\beta})}{x_1 - x_0} \right]^2. \quad (27)$$

Якщо границя ε задана, обчислену кількість випробувань n округлюють до цілого числа в більшу сторону.

Висновки. Здійснено аналіз шляхів визначення оптимального обсягу випробувань при проведенні багаторазових вимірювань фізичних величин та отримано аналітичні вирази для різних випадків стосовно апріорної інформації про параметри розподілу випадкових похибок результатів вимірювань. Використання функції найбільшої правдоподібності доцільно при достатньо великому обсязі вибірки. При відомій довірчій оцінці α з мірою надійності ρ обсяг вибірки визначається з допомогою t-розподілу Стюдента.

Для встановлення належності вибірки до генеральної сукупності необхідну кількість багаторазових вимірювань визначають при відомій границі ε , яка оцінює помилки I та II роду. Наведені співвідношення дають можливість зменшити затрати на проведення досліджень, для яких в багатьох випадках необхідні значні фінансові витрати.

Список використаних джерел

1. Бронштейн И.Н. Справочник по математике / И.Н. Бронштейн, Семендяев К.А. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1981.
2. Дорожовець М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник: У2т./ М. Дорожовець та ін.; За ред. Б. Стадник – Львів: Видавництво

Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – Т. 1. Основи метрології. – 532 с.

3. Володарський Є.Т. Статистична обробка даних: Навчальний посібник / Є.Т. Володарський, Л.О. Колива – К.: НАУ, 2008. – 308 с.

Руслан ЦЕХМІСТЕР⁶,
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Анотація. У нерозривній єдності з усіма галузями розвивається й агропромислове виробництво. Його метою є на основі піднесення продуктивних сил і прискорення науково-технічного прогресу перетворити агропромисловий комплекс у сучасну високоінтенсивну і високопродуктивну галузь народного господарства.

Ключові слова: інтенсифікація тваринництва, модернізація, дозатор, біотехнічні системи.

Abstract. *Agro-industrial production is developing in inseparable unity with all branches. Its goal is to transform the agro-industrial complex into a modern high-intensity and highly productive branch of the national economy on the basis of raising the productive forces and accelerating scientific and technological progress.*

Keywords: *livestock intensification, modernization, dispenser, biotechnical systems.*

Вступ. Серед найважливіших заходів, спрямованих на інтенсифікацію тваринництва, можна виділити такі: створення принципово нових високопродуктивних машин та устаткування; перехід до комплексної механізації та автоматизації виконання всіх робіт і т.п.

Разом з тим тваринництво ставить до науково-технічного прогресу свої специфічні вимоги: адже в цій галузі устаткування, як правило, безпосередньо взаємодіє з живими організмами. Тому новостворювані машини, системи автоматизації повинні забезпечувати на фермах і комплексах умови, які позитивно впливають на стан здоров'я і зростання продуктивності худоби.

Ефективність виробництва сьогодні визначають сучасні автоматизовані технології з використанням мікропроцесорної техніки. Це цілком відноситься і до тваринництва.

⁶*Науковий керівник – к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, ВНАУ Возняк О. М.

Метою роботи є зосереджена на аналізі сучасного мікропроцесорного доїльного обладнання.

Аналіз сучасного мікропроцесорного доїльного обладнання. На молочних фермах нашої країни доїння виконується переносними доїльними апаратами в основному в стаціонарний молокопровід. Така технологія виробництва молока не підлягала впливу досягнень науково-технічного прогресу і практично не змінилась напротязі багатьох десятиліть.

По суті залишився механізованим лише сам процес добування молока з вим'я, всі інші операції виконуються вручну з великими витратами праці. Доїльні апарати, що при цьому використовуються, позбавлені будь-яких елементів автоматичного регулювання і часто негативно впливають на лактаційно-фізіологічні механізми доїння.

Одним з напрямків в розвитку доїльної техніки пов'язаний з управлінням процесом машинного доїння корів по величині потоку молока, зміні вакуумметричного тиску, частоти пульсацій.

Створення давачів потоку та підрахунку кількості молока має велике господарське значення в боротьбі з маститами, дозволяє ефективно вести роботу на фермах великої рогатої худоби.

Створення сучасної контрольно-вимірювальної апаратури для реєстрації надою стало специфічно складним технічним завданням. Використання з цією метою традиційних принципів вимірювання маси рідини, запозичених з інших галузей, виявилось зовсім не ефективним, оскільки процес молоковіддачі є унікальним, а точність показань лічильників залежить від фізико-хімічних властивостей молока, мінливості молоковіддачі, способу роботи, кількості апаратів, що працюють одночасно, та ряду інших чинників.

А проте використання даних засобів автоматизації і контролю продуктивності корів, елементною базою яких служать мікропроцесори, є обов'язковою умовою реалізації будь-якої автоматизованої системи управління технологічними процесами у молочному господарстві. Вони дають змогу максимально зменшити затрати ручної праці, підвищити точність, і достовірність реєстрації надоїв, проводити комплексний моніторинг перебігу лактації у корів.

З кінця 80-х років у традиційно "молочних" закордонних країнах (переважно на північному заході Євросоюзу) у зв'язку з розвитком АСУТП виробництва молока розроблено високоефективні багатофункціональні лічильники молока, які нині широко використовуються в доїльних залах ферм.

Одною з основних проблем для переробників лишається наявність якісної сировини. Але частина проблеми вже вирішена: затвердилась стабільність в роботі з постачальниками сирого молока, які тепер надають перевагу роботі з одним переробником, але на стабільній, постійній основі. На даний момент не вирішеними лишаються такі питання галузі:

- підтримка галузі з боку держави;
- якість молока і продуктів його переробки;
- формування закупівельної ціни молока;
- модернізація виробництва і підвищення кваліфікації робітників підприємств.

На даний час модернізація виробництва безпосередньо залежить від ефективності виробництва. Ефективність виробництва сьогодні визначають сучасні автоматизовані технології з використанням мікропроцесорної техніки. Це цілком відноситься і до тваринництва.

На молочних фермах нашої країни доїння виконується переносними доїльними апаратами в основному в стаціонарний молокопровід. Така технологія виробництва молока не підлягала впливу досягнень науково-технічного прогресу і практично не змінилась на протязі багатьох десятиліть.

По суті залишився механізованим лише сам процес добування молока з вим'я, всі інші операції виконуються вручну з великими витратами праці. Доїльні апарати, що при цьому використовуються, позбавлені будь-яких елементів автоматичного регулювання і часто негативно впливають на лактаційно-фізіологічні механізми доїння.

Одним з напрямків в розвитку доїльної техніки пов'язаний з управлінням процесом машинного доїння корів по величині потоку молока, зміні вакууметричного тиску, частоти пульсацій.

Створення давачів потоку та підрахунку кількості молока має велике господарське значення в боротьбі з маститами, дозволяє ефективно вести роботу на фермах великої рогатої худоби.

Як відомо, основним робочим вузлом доїльної установки є доїльний апарат. Через нього відбувається контакт машини з тваринами і виникають порушення у взаємодії, так як для функціонування живого організму характерна індивідуальна особливість, а для машини - одноманітність.

Принцип роботи доїльного апарата заснований на особливості механізму акта ссання теля, але сильно від нього відрізняється. Доїльний апарат не може пристосуватися до інтенсивності молоковіддачі корови. Кінцевою метою роботи доїльного апарата є повне видоювання молока, а для теля - задоволеність в ньому. Теля відчуває порушення, що відбуваються в молоковіддачі та починає мордою підштовхувати долі вим'я, проводячи його масаж, відтягувати соски. Машина ж цього не виконує.

Протиріччя і взаємодія доїльного апарата з тваринами створюють необхідність пошуку шляхів адекватної їх роботи. З'явилась необхідність вивчити і розробити на базі мікропроцесорної техніки автомата управління процесом машинного доїння корів з різною інтенсивністю молоковіддачі. В зв'язку з використанням мікропроцесорної техніки, автоматизована система управління доїльним апаратом набуває деякого ступеня інтелектуальності, який необхідний для взаємодії між машиною та коровою без нанесення шкоди останній.

Крім того, використання електронних блоків управління на доїльних установках дозволяє підвищити продуктивність праці оператора-дояра, збільшити продуктивність корів, знизити їх захворюваність. Створення сучасної контрольно-вимірювальної апаратури для реєстрації надою стало специфічно складним технічним завданням. Використання з цією метою традиційних принципів вимірювання маси рідини, запозичених з інших галузей, виявилось зовсім не ефективним, оскільки процес молоковіддачі є унікальним, а точність показань

лічильників залежить від фізико-хімічних властивостей молока, мінливості молоковіддачі, способу роботи, кількості апаратів, що працюють одночасно, та ряду інших чинників.

А проте використання даних засобів автоматизації і контролю продуктивності корів, елементною базою яких служать мікропроцесори, є обов'язковою умовою реалізації будь-якої автоматизованої системи управління технологічними процесами у молочному господарстві. Вони дають змогу максимально зменшити затрати ручної праці, підвищити точність, і достовірність реєстрації надоїв, проводити комплексний моніторинг перебігу лактації у корів.

На стійловій доїльній установці важливим завданням є забезпечення управління процесом доїння, яке вирішується на основі вимірювання миттєвої інтенсивності молоковіддачі, її високоточне вимірювання для цього не потрібно. Виходячи з цього, виникає необхідність розробки спеціалізованих вимірювальних перетворювачів рівню молока у молокоприймальній камері доїльного апарату для стійлової доїльної установки, за допомогою яких можливе забезпечення управління процесом доїння та отримання інформації про певні параметри біотехнічної системи доїння.

Розглянемо запропонований перетворювач рівню молока. принцип дії якого полягає у наступному. Молоко з колектора доїльного апарату всмоктується через піновідділювач до молокоприймальної камери. У молокоприймальній камері, в герметичній трубці, у вертикальному напрямку, один за одним розташовані магнітоактивні елементи, які уявляють собою елементи Хола або магніторезистори. В процесі доїння, рівень молока в камері збільшується, в результаті, поплавков з магнітом змінює своє вертикальне положення у відповідності з рівнем молока. Пороговий рівень, при якому здійснюється скидання молока, встановлюється в залежності від інтенсивності молоковіддачі. Коли певний магнітоактивний елемент знаходиться в безпосередній близькості від магніту з поплавком, змінюються його параметри (у магніторезистора змінюється опір, у елементу Хола – вихідна напруга). Вихідні параметри усіх елементів, за допомогою відповідних перетворювачів, трансформуються у логічні рівні. Р

При прив'язному утриманні, на стійлових доїльних установках, індивідуальний удій та інші зоотехнічні параметри тварин як правило не вимірюються. У цьому випадку, перспективним є непряме вимірювання цих параметрів на основі результатів прямого вимірювання інтенсивності молоковіддачі, результати якого використовуються для управління процесом доїння. Розглянемо запропонований фотоелектричний вимірювальний перетворювач миттєвої інтенсивності молоковіддачі, принцип дії якого полягає у наступному. Він складається з двох джерел інфрачервоного випромінювання, які знаходяться з однієї сторони його трубки, двох фотоприймачів та основі пари фотодіод – операційний підсилювач, які знаходяться на протилежній стороні трубки, двох порогових пристроїв з великим значенням гістерезису, мікроконтролера.

Молоко, яке протікає через трубку, завжди має пухирі повітря. При проходженні через трубку молока з піною, потік інфрачервоного випромінювання

проходить крізь певний пузир повітря і потрапляє на перший фотоприймач, його вихідна напруга збільшується, за допомогою порогового пристрою вона порівнюється з опорною напругою. Після цього, вищевказаний пузир повітря, рухаючись разом з молочним потоком, проходить навпроти іншого фотоприймача, внаслідок цього його вихідна напруга збільшується, пороговий пристрій порівнює цю напругу з опорною.

Існуючі електронні дозатори молока, які широко використовуються на доїльних установках з молокопроводом, формують порцію молока після спрацьовування поплавкового сенсора рівня у молокоприймальній камері, та вимірюють кількість сформованих порцій шляхом підрахунку кількості спрацьовувань сенсора рівня. Це надає дояркам можливість фальсифікувати результати удою шляхом імітації спрацьовування сенсора рівня з метою збільшення власних показників удою, від якого залежить їх заробітна плата.

Розроблено та створено експериментальний зразок блока управління дозатором молока ДМ-03, який вільний від вищевказаного недоліку. Фотографія експериментального зразка ДМ-03, встановленого на доїльній установці з молокопроводом, наведена на рис. 1.



Рисунок 1 - Електронний дозатор молока ДМ-03

Принципова відмінність ДМ-03 від аналогічних пристроїв ДМ-01, ДМ-02 та БУДМ-01 полягає у тому, що він обладнаний сенсором електропровідності, за допомогою якого встановлюється факт формування порції молока. За рахунок наявності сенсора порції молока унеможливується фальсифікація результатів удою доярками, тому як порція молока зараховується тільки якщо від сенсора електропровідності надійшов відповідний сигнал.

Блок управління дозатором молока ДМ-03 призначений для управління виконавчою системою дозатора молока, підрахунку кількості сформованих дозатором порцій молока, відображення та збереження інформації про кількість отриманих окремими доярками порцій молока на доїльній установці з молокопроводом, а також для передавання даних про результат удою до

інтерфейсного блоку «ІБ-М» (у випадку, якщо ДМ-03 працює у складі інформаційної системи «ІС-Молокопровід»).

Переваги використання блока управління дозатором молока ДМ-03 у порівнянні з існуючими аналогами полягають у наступному:

- збільшується продуктивність відкачування молока до 12 л/хв. (традиційні механічні дозатори молока забезпечують продуктивність відкачування молока не більше 7 л/хв), що дуже важливо при доїнні високопродуктивних тварин; забезпечується відкачування молока без домішок повітря (у традиційних механічних дозаторах формується повітряно-молочна суміш), завдяки цьому підвищується якість молока;

- підвищується точність підрахунку сформованих порцій молока у порівнянні з існуючими аналогами за рахунок примусового відкачування порції молока, об'єм якої встановлюється з високою точністю.

- за рахунок наявності сенсора порції молока унеможливується фальсифікація результатів удою доярками (порція молока зараховується тільки якщо надійшов сигнал від сенсора електропровідності);

- не відбувається підрахунок порцій молока на початковому етапі промивання доїльної установки (як при використанні традиційних лічильників з фотоелектричними сенсорами, або з сенсорами електропровідності); забезпечується висока якість промивання за рахунок меншого забруднення камери під час доїння та безперервного функціонування електроклапана відкачування під час промивання;

- зменшується кількість рухомих деталей дозатора, що призводить до збільшення його надійності; зменшується кількість регламентних робіт з обслуговування дозатора, що призводить до зменшення вартості технічного обслуговування; збільшується об'єм вільної частини приймальної камери дозатора, що забезпечує відсутність переливу при доїнні високопродуктивних тварин;

- при використанні блока управління дозатором молока ДМ-03 немає необхідності у застосуванні лічильників порцій молока типу РУМП, РУМ, СПМ, ЛПМ-1 та аналогічних.

На сайті підприємства «АГРО-ПРОМСЕРВІС» є можливість ознайомитись з відеозаписом, на якому порівнюється робота дозатора молока з електронним управлінням та традиційного механічного дозатора.

Висновки. Здійснивши аналіз сучасного мікропроцесорного доїльного обладнання можна виділити, що серед найважливіших заходів, спрямованих на інтенсифікацію тваринництва, є: створення принципово нових високопродуктивних машин та устаткування; перехід до комплексної механізації та автоматизації виконання всіх робіт і т.п.

Список використаних джерел

1. Кирсанов В.В., Максудов Тенденции совершенствования технических средств учета индивидуального надоя молока // Техника в сельском хозяйстве. - 1998. - № 3. - с. 19, 20.

2. Пристрій для вимірювання кількості молока для переносного доїльного апарата [Текст]: Патент на корисну модель 97209 Україна: G01M 1/22 / Кучерук В. Ю., Паламарчук Є. А., Кулаков П. І., Гнесь Т. В. ; заявник та патентовласник Вінницький національний технічний університет; заявл. 20.06.2014 ; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5. 4 с.

3. Кулаков, П. І. Елементи теорії вимірювального контролю параметрів біотехнічної системи доїння / П. І. Кулаков. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 220 с. - ISBN 978-966-641-641-7.

4. Kucheruk, V. Measuring of the relative milk mass fraction in water-milk Solution // V. Kucheruk, P. Kulakov, E. Palamarchuk, N. Storozhuk, W. Wojcik, M. Zhassandykyzy // Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 93 NR 3/2017, p. 83 – 87, DOI:10.15199/48.2017.03.20

5. Офіційний веб-сайт компанії «АГРО-ПРОМСЕРВІС». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agropromservis.net.ua/>

Артем ЧАЙКА⁷

студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КАРДАННИХ ШАРНІРІВ

Анотація. В статті пропонується підвищити довговічність карданних шарнірів тракторів John Deere 7830 в процесі експлуатації шляхом аналізу заходів та технічних засобів, навантаженості і радіального зазору в карданних шарнірах і розробки способу технічного обслуговування карданних шарнірів з урахуванням особливостей конструкції і умов їх експлуатації.

Annotation. The article proposes to increase the durability of universal joints of John Deere 7830 tractors during operation by analyzing measures and technical means, load and radial clearance in universal joints and developing a method of maintenance of universal joints taking into account design features and operating conditions.

Вступ. Стратегія розвитку сільського господарства країни на сучасному етапі полягає, перш за все, в перетворенні машинно-технологічної бази галузі. Система ефективного використання техніки повинна бути науковою базою ефективного агроінженерного менеджменту, здатного сформулювати інженерно-технічну маркетингову політику [1].

На даний момент вітчизняними заводами випускається в основному морально

⁷*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри загально технічних дисциплін та охорони праці ВНАУ Твердохліб І.В.

застаріла техніка, що змушує сільськогосподарських товаровиробників використовувати спрощені технології, останнє пояснює істотні втрати продукції. До того ж нинішній технічний стан існуючого машинно-тракторного парку є головним стримуючим фактором технологічної модернізації галузі.

З іншого боку, придбання закордонної техніки сприяє реалізації переваг сучасних агротехнологій, і в зв'язку з цим попит на цю техніку неухильно зростає. Закуповувана техніка характеризується різноманітністю, як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Це створює серйозні труднощі в сервісному обслуговуванні та забезпеченні запасними частинами, особливо після закінчення гарантійного періоду експлуатації [2].

В сучасних умовах вартість запасних частин зарубіжної техніки підвищилася в 2-2,5 разів, що призводить до значних необґрунтованих витрат у виробників сільськогосподарської продукції, в зв'язку, з чим постає питання післягарантійного обслуговування тракторів.

У механічних приводах 80-90% сільськогосподарської техніки, в тому числі і імпоротної, застосовуються карданні шарніри (КШ), що є одними з відповідальних елементів передавальних механізмів. В силу специфічної навантаженості і умов експлуатації КШ часто виходять з ладу, так як в кінематичних схемах включені послідовно з іншими елементами і передають весь потік потужності, що передається від двигуна.

Багато виробників імпоротної техніки не приділяють належної уваги системі технічного обслуговування карданних валів, скорочуючи інтервали заміни їх шарнірів. Таким чином, рішення задачі підвищення довговічності КШ за рахунок розробки способів технічного обслуговування і технічних засобів для діагностування, що забезпечують повне використання їх ресурсу в експлуатації, обумовлює актуальність даної тематики.

Основна частина. Один із способів нормування і коригування періодичності ТО і пробігу транспортних засобів до капітального ремонту в залежності від дорожніх і кліматичних умов є коригування періодичності ТО шляхом урахування темпів накопичення рівня навантаженості в залежності від зміни умов їх використання та умов експлуатації [3].

Проведемо контроль технічного стану КШ по радіальному зазору і навантаженості на прикладі трактора JD 7030. Припускаємо, що в залежності від зміни умов експлуатації буде змінюватися і значення радіального зазору.

В основу розробки математичної моделі довговічності КШ з урахуванням проведення ТО покладемо формулу (1), в якій врахуємо тільки коефіцієнт, що характеризує сукупність ефекту проведення ТО після вироблення основного ресурсу [3]. У зв'язку з цим сумарне граничне напрацювання КШ $L_{h\Sigma}$, год, з урахуванням вироблення ресурсу до і після ТО, буде виражене залежністю

$$C = 40 \cdot Z^{2/3} \cdot d_w \cdot L_w, \quad (1)$$

де L_w - робоча довжина голчастого ролика, мм;

d_w - діаметр голчастого ролика, мм;

β - кут контакту підшипника, град;

Z - число роликів в підшипнику, що приймають навантаження.

$$L_{h\Sigma} = L_{h0} \cdot (1 + \Sigma k_{TOi}) = L_{h0} + L_{h0} \cdot \Sigma k_{TOi}, \quad (2)$$

де L_{h0} - довговічність до застосування ТО;

Σk_{TO} - сумарний відсоток збільшення довговічності при проведенні ТО, наприклад, шляхом заміни робочих поверхонь, з урахуванням кратності TO_i .

Виконаємо порівняльну графічну інтерпретацію вироблення ресурсу КШ без ТО, в умовах нормальної експлуатації, і з ТО на основі поточного діагностування за формулою (2) (рисунок 1).

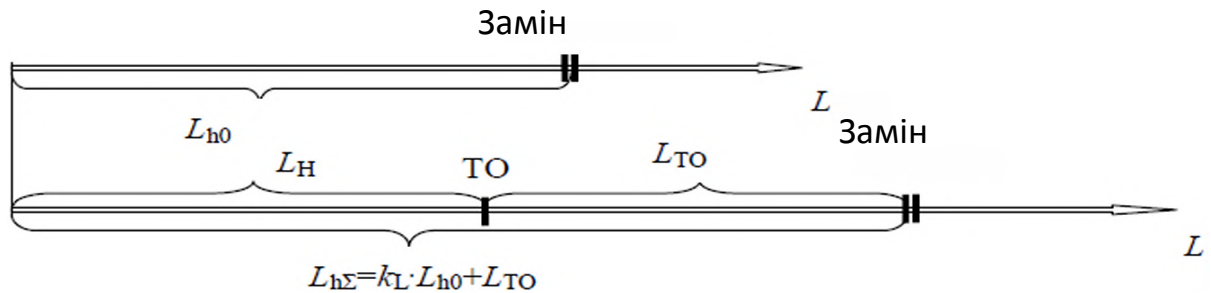


Рисунок 1 - Графічна інтерпретація впливу ТО на ресурс КШ

На рисунку 1 представлені наступні позначення: інтервал L_{h0} означає довговічність КШ з урахуванням напрацювання, рекомендованого заводом-виробником; інтервал L_h - довговічність КШ до проведення ТО з урахуванням навантаженості і технічного стану; інтервал L_{TO} - довговічність КШ, збільшена шляхом застосування способу ТО; інтервал $L_{h\Sigma}$ - сумарне напрацювання за формулою (2).

Для оцінки напрацювання до ТО і сумарного напрацювання після проведення ТО з урахуванням досягнення граничного стану виходимо з таких міркувань:

- ТО вузлів проводять при наявності залишкового ресурсу, що характеризується коефіцієнтом k_L напрацювання до ТО у відсотках від рекомендованого напрацювання, тоді напрацювання КШ до ТО буде дорівнює

$$L_h = k_L \cdot L_{h0}; \quad (3)$$

- з іншого боку, так як L_{TO} - напрацювання отримане шляхом застосування способу ТО, тоді формула сумарного напрацювання матиме вигляд

$$L_{\Sigma} = L_h + L_{TO}, \quad (4)$$

тоді з урахуванням формули (3) по формулі (4) отримуємо

$$L_{\Sigma} = k_L \cdot L_{h0} + L_{TO}. \quad (5)$$

Таким чином, для реалізації підвищення довговічності при проведенні ТО КШ слід встановити значення коефіцієнта напрацювання до ТО, визначити вид і зміст технологічного впливу.

Коефіцієнт підвищення довговічності КШ за результатами проведення ТО буде визначатися з формули

$$k_{dTO} = L_{\Sigma} / L_{h0} = (k_L \cdot L_{h0} + L_{TO}) / L_{h0}. \quad (6)$$

В даний час відновлення хрестовин вітчизняного виробництва на ремонтних підприємствах АПК не отримало розвитку через дуже низьку ефективності відновлення, а хрестовини імпортного виробництва просто замінюють новими,

тому КВ ремонтують шляхом заміни дорогих КШ. Якщо врахувати величезний парк тракторів закордонного виробництва, що використовується в системі АПК, то стає зрозумілою можливість економії витрат при ТО.

У зарубіжних тракторах марки JD 7030 застосовують КШ, що складається з вилки, яка представлена у вигляді фланця зі зрізаними боками, хрестовини і чотирьох голчастих підшипників, що встановлюються на шипи хрестовини і закріплюються на фланці. Корпус голчастих підшипників забезпечений виступом, який входить в паз вилки, формуючи шпонкові з'єднання, що служать для передачі крутного моменту. Зовнішня циліндрична поверхня корпусу голчастого підшипникацентрується по паску вилки, а сам корпус закріплений двома гвинтами. Голчасті підшипники змазуються через прес-маслянку по внутрішніх каналах хрестовини. Відзначаємо, що завдання ТО по закордонним аналогам КШ в гарантійний та післягарантійний період не вирішена.

У практиці відновлення і технічного обслуговування КШ вітчизняного виробництва відомі різні способи, наприклад, введенням внутрішнього кільця голчастого підшипника, іншими словами, установкою на шпильці хрестовини тонкостінної втулки [4].

В даний час завод-виробник рекомендує робити заміну КШ при напрацюванні 5000 год, обмежуючись граничними характеристиками роботи трактора. Насправді умови роботи тракторів далеко не однакові, і тому, відбувається заміна працездатного шарніра, який не виробив свій ресурс, з відповідними наслідками у вигляді додаткових матеріальних витрат [5].

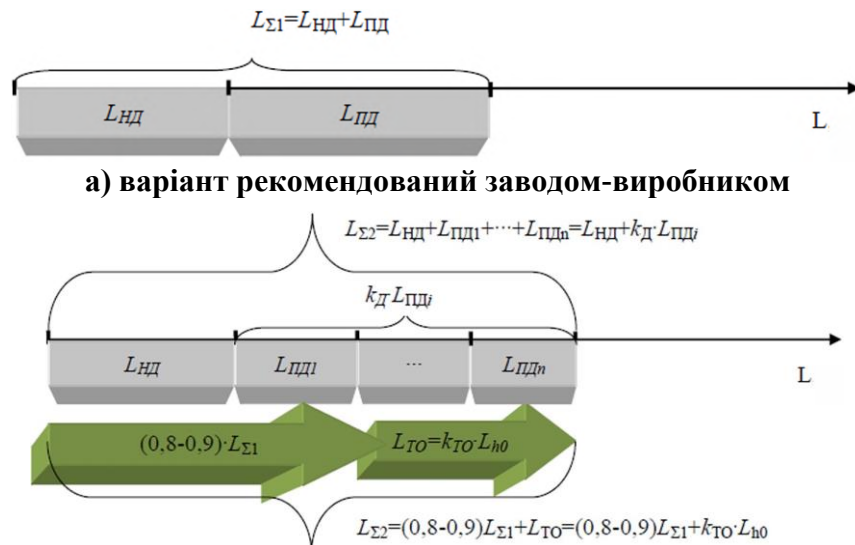
Для виключення даної ситуації необхідний поточний контроль за технічним станом. В якості діагностичного параметра приймаємо величину радіального зазору, який визначає ресурс КШ по контактній витривалості або брінелюванню поверхонь сполучень.

Розглянемо більш докладно метод підвищення довговічності КШ за допомогою способу ТО. При аналізі потенціалу КШ, як вузла, можливий розвиток двох сценаріїв реалізації сумарного ресурсу L_{Σ} (рисунок 2):

1) завод-виробник рекомендує провести одноразове поточне діагностування шляхом візуального огляду КШ при $L_{нд}$, а потім замінити КШ, якщо напрацювання складе 5000 год (рисунок 2, а), при цьому результуюче сумарне напрацювання буде визначатися рівністю $L_{\Sigma 1} = L_{нд} + L_{пд}$, де $L_{пд}$ - напрацювання шарніра після діагностування, і складає рекомендовані 5000 год;

2) пропонуємо виконання поточного діагностування технічного стану КШ по радіальному зазору з урахуванням профілю навантаження двигуна і напрацювання, ухвалення рішення про продовження експлуатації КШ до наступного діагностування, або, при досягненні напрацювання КШ рівня 0,8-0,9 від рекомендованого заводом-виробником, про реалізацію способу ТО шляхом заміни робочих поверхонь КШ (рисунок 2, б).

У другому сценарії кількість поточних діагностувань k_d (кратність діагностування) з періодичністю $L_{пд}$, залежить від моменту досягнення КШ його граничного стану по зносу робочої поверхні шипа, яка встановлюється за величиною радіального зазору.



б) пропонується варіант з урахуванням способу ТО і його реалізація в експлуатації

Рисунок 2. - Порівняння варіантів збільшення довговічності КШ

L_{PD} - L_{Σ} - сумарний ресурс КШ; L_{HD} - напрацювання до першого діагностування; напрацювання після діагностування; k_D - коефіцієнт кратності діагностування;

k_{TO} - відсоток підвищення довговічності після ТО;

L_{TO} - напрацювання після ТО; L_{h0} - нормативне напрацювання КШ

Згідно з інструкцією по експлуатації необхідно проводити перше діагностування L_{HD} через 2000 год. При досягненні напрацювання КШ 5000 год незалежно від умов експлуатації необхідно провести заміну (рисунок 2, а). Для другого сценарію характерно додатково до заходів, запропонованих в інструкції по експлуатації, проводити поточне діагностування, за результатами якого приймається рішення про продовження експлуатації, якщо параметри діагностування не вказують на передвідмовний стан, або про застосування способу ТО КШ. Далі також виконують спостереження за технічним станом шляхом поточних діагностувань аж до досягнення КШ граничного стану (рисунок 2, б).

Аналіз схем на рисунку 2 показує, що застосовуючи заходи діагностування з ТО можна домогтися збільшення довговічності КШ, в зв'язку з цим для КШ сумарний ресурс, з урахуванням рекомендації заводу-виготовлювача (рисунок 2, а) дорівнює

$$L_{\Sigma} = L_H. \quad (7)$$

З урахуванням контролю за технічним станом за допомогою діагностування (рисунок 2.3, б) і з застосуванням способу ТО КШ сумарний ресурс визначається по формулі

$$L_{\Sigma} = L_{h0} \cdot (1 + \sum(k_D \cdot k_{TO})), \quad (8)$$

де L_{Σ} - сумарний ресурс КШ, год;

L_{h0} - нормативне напрацювання, встановлене заводом-виробником, год;

k_D - коефіцієнт кратності діагностування реального технічного стану;

k_{TO} - коефіцієнт збільшення довговічності за рахунок повороту хрестовини.

Для знаходження кількісних характеристик ТО необхідно скорегувати

періодичність обслуговуючих впливів з урахуванням реальних параметрів навантаженості і напрацювання двигуна трактора. Проведемо аналогію з методикою, розробленою для автомобілів ТО [2, 5]. Показники ТО можна коригувати коефіцієнтами, які поширюються на періодичність, трудомісткість і норми пробігу по ТОР. При цьому також приводять п'ять основних категорій умов експлуатації та п'ять технічних категорій доріг, а також з третьої по тринадцяту групу так звані «груп умов роботи» [6].

За профілем навантаження двигуна трактора встановлюємо середній фактичний рівень навантаженості КШ, далі визначаємо фактичне напрацювання КШ і даємо оцінку рівня навантаженості за коефіцієнтом K_w . Тоді формула визначення кількості енергії витраченої на виконання фактичної роботи W_Φ , кВт · год, має такий вигляд

$$W_\Phi = \overline{N_\Phi} \cdot L_\Phi \quad (9)$$

де N_Φ - фактичний середньозважений рівень навантаженості КШ, кВт;

L_Φ - фактичні години роботи двигуна, год.

Для оцінки навантаженості КШ використовуємо коефіцієнт завантаженості K_w , який визначається по формулі в припущенні лінійного взаємозв'язку кількості витрат енергії і напрацювання

$$K_w = \frac{W_\Phi}{W_H} = \frac{L_H}{L_w}, \quad (10)$$

звідки отримуємо

$$L_w = L_H / K_w, \quad (11)$$

де L_w - напрацювання в залежності від середньозваженої навантаженості.

В цьому випадку оцінка ефективності ТО характеризується коефіцієнтом підвищення довговічності при середньозваженій завантаженості

$$k_{dTO} = L_\Sigma / L_w. \quad (12)$$

Висновок. Обґрунтовано можливість підвищення довговічності КШ шляхом проведення ТО, що дозволяє провести оцінку його ефективності запропонованого способу, що заснований на заміні робочих поверхонь підшипникових вузлів з урахуванням специфіки конструкції шарніра CR115 стосовно до трактора JD 7830.

Список використаних джерел

1. Бойко Л.И. Исследование механики и обоснование рациональных параметров карданного привода переднего моста колесного трактора: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Бойко Л.И. Минск: БИМСХ, 1977. 20 с.
2. Борисюк Д. В. Системи вимірювання та аналізу вібрації, удару і шуму / Д. В. Борисюк, В. І. Яцковський // Вібрації в техніці та технологіях. Вінниця : ВНАУ, 2013. Випуск 4 (72). С. 5-12.
3. Борисюк Д. В. Виброакустическая диагностика дефектов и неисправностей подшипников качения / Д. В. Борисюк // Вібрації в техніці та технологіях. Вінниця : ВНАУ, 2014. Випуск 4 (76). С. 50-53.
4. Борисюк Д. В. Методи та засоби діагностування тракторів / Д. В. Борисюк, В. І. Яцковський // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця : ВНАУ, 2015. Випуск 1 (89). Т. 2. С. 16-20.

5. Гольцяпин В.Я. Тракторы фирмы John Deere / В.Я. Гольцяпин, В.Ф. Анисимов // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2003. № 3. С. 46–47.

6. Анісімов В. Ф. Система діагностування передніх мостів колісних тракторів / В. Ф. Анісімов, А. В. Спирін, І. В. Твердохліб, Д. В. Борисюк // Електротехнічні системи, електрифікація і автоматизація в агропромисловому комплексі: матеріали II-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Вінниця, 27-28 травня 2015 р.). Вінниця : ВНАУ, 2015. С. 23-25.

7. Borysiuk D. Mathematical model of a wheeled tractor steering axle as an object of diagnostics / D. Borysiuk, A. Spirin, O. Trukhanska, L. Shvets, V. Zelinsky // ТЕКА. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin – Rzeszow : Polish Academy of Sciences. University of Engineering and Economics in Rzeszow. University of Life Sciences in Lublin, 2017. Vol. 17, No.1. P. 41-47.

Ілля БЕРЕЗОВСЬКИЙ⁸,

студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ В СЕРЕДОВИЩІ FLOWVISION

Анотація. Програмний комплекс *FlowVision* призначений для моделювання тривимірних течій рідини та газу в технічних та природних об'єктах, а також візуалізації цих течій методами комп'ютерної графіки. Моделюванні течії включають стаціонарні і нестаціонарні, стисканні, слабо стисливі та не стисканні потоки рідини та газу. Використання різних моделей турбулентності та адаптивної розрахункова сітка дозволяє моделювати складні рухи рідини, включаючи течії з сильною закруткою, горінням, течією з вільною поверхнею. *FlowVision* заснований на кінцево-об'ємному методі вирішення рівнянь гідродинаміки та використовує прямокутну адаптивну сітку з локальним подрібненням.

Abstract. *FlowVision* software is designed to model three-dimensional fluid and gas flows in technical and natural objects, as well as visualization of these flows by computer graphics. Flow simulations include stationary and nonstationary, compressible, poorly compressible, and noncompressible fluid and gas flows. The use of various models of turbulence and adaptive computational grid allows you to simulate complex fluid motions, including currents with strong twist, combustion, flow with a free surface. *FlowVision* is based on the finite-volume method of solving hydrodynamic equations and uses a rectangular adaptive grid with local grinding.

⁸*Науковий керівник: доктор філософії старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Бурлака С.А.

Вступ. Для апроксимації криволінійної геометрії з підвищеною точністю FlowVision використовує технологію підмережного дозволу геометрії [1,2]. Ця технологія дозволяє імпортувати геометрію із систем САПР та обмінюватися інформацією із системами кінцево-елементного аналізу. Використання цієї технології дозволило вирішити проблему автоматичної генерації сітки – щоб згенерувати сітку, достатньо поставити все лише кілька параметрів, після чого сітка автоматично генерується для розрахункової області, має геометрію будь-якого ступеня складності [3].

Виклад основного матеріалу. Щоб почати працювати з програмним комплексом FlowVision, необхідно мати на своєму персональному комп'ютері операційну систему Windows ME/2000/XP та систему автоматизації проектування (САПР), в якій Ви задаватимете геометрію розрахункової області [4]. Рекомендовані системи: SolidWorks, T-Flex, Unigraphics, AutoCAD Mechanical Desktop, ProEngineer, Catia. Про інші системах Ви можете дізнатися у групі технічної підтримки TECIC [5].

Типи кордонів «стінка з і без вдуву»

Тип кордону Стінка:

Швидкість V

Стінка:

$$V_n = 0, V_t = 0, \quad (1)$$

Стінка з прослизанням:

$$V_n = 0, \frac{dV_t}{dn} = 0 \quad (2)$$

Обертова стінка:

$$V_n = 0, V_t = 0, \quad (3)$$

Стінка, логарифмічна закон:

$$V_n = 0, \tau_w = \mu \left. \frac{\partial U}{\partial y} \right|_{Y_R} \quad (4)$$

де Y_R = значення пісочної шорсткості, в мкм;

Тангенційна закрутка, логарифмічний закон:

$$\omega, \tau_w = \mu \left. \frac{\partial U}{\partial y} \right|_{Y_R} \quad (5)$$

де ω - кутова швидкість потоку, в 1/с;

Стрічка, що обертається, логарифмічний закон:

$$V_n = 0, \tau_w = \mu \left. \frac{\partial U}{\partial y} \right|_{Y_R} \quad (6)$$

Скаляр, f :

Нульовий потік:

$$\left. \frac{df}{dn} \right|_w = 0 \quad (7)$$

Значення на стінці:

$$f|_w = f_w \quad (8)$$

де f_w - значення скаляра на кордоні;

Потік:

$$D \frac{df}{dn} \Big|_w = q_w \quad (9)$$

де q_w - потік скаляра через кордон;
Дифузійний потік:

$$D_w \frac{df}{dn} \Big|_w = q_w \quad (10)$$

де q_w - потік скаляра через кордон;
 D_w - коефіцієнт дифузії.
Потік із опором:

$$D \frac{df}{dn} \Big|_w = \frac{\alpha \alpha_{eff}}{\alpha + \alpha_{eff}} (f_e - f) \quad (11)$$

де f_e – значення скаляра на зовнішньому кордоні;
 α_{eff} – коефіцієнт тепломасовіддачі.

Тип кордону Вхід/Вихід Швидкість V

Нормальна швидкість:

$$V_n|_w = V_w, \quad V_t = 0 \quad (1)$$

V_w - нормальна компонента швидкості;
Вектор швидкості:

$$V|_w = V_w \quad (2)$$

V_w - три компоненти вектора швидкості в абсолютній системі координат;
Тиск:

$$\begin{aligned} P|_w &= P_w, \\ (V, n) > 0 \quad V|_w &= V_{nw} = |V| \\ (V, n) \leq 0 \quad \nabla(V_i, n)|_w &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

P_w - тиск на кордоні;
Закрутка швидкості:

$$V_n|_w = V_w, \quad V_t = 0, \quad \omega \quad (4)$$

V_{wn} – нормальна компонента вектор швидкості;
 ω – кутова швидкість потоку, в 1/с.

Нормальна швидкість з тиском:

$$V_n|_w = V_{wn}, \quad V_t = 0, \quad P|_w = P_w \quad (5)$$

V_w - нормальна компонента швидкості;
 P_w - тиск на кордоні.

Вектор швидкості з тиском:

$$V|_w = V_w, \quad P|_w = P_w \quad (6)$$

V_w - три компоненти вектора швидкості в абсолютній системі координат;
 P_w - тиск на кордоні.

Нормальна масова швидкість:

$$V_n|_w = V_w, \quad V_t = 0 \quad (7)$$

ρV_w - нормальна компонента масової швидкості.
Вектор мас. швидкості:

$$V|_w = V_w \quad (8)$$

ρV_w - три компоненти вектора масової швидкості в абсолютній системі координат.

Закрутка мас. швидкості:

$$\rho V_n|_w = \rho V_w, \quad V_t = 0, \quad \omega \quad (9)$$

ρV_{wn} - нормальна компонента вектор масової швидкості;

ω – кутова швидкість потоку, в 1/с.

Тиск гальмування:

$$P_0 = P \left(\frac{T_0}{T} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}, \quad H(T_0) = h(T) + \frac{|v|^2}{2} \quad (10)$$

P_0 - тиск гальмування на кордоні;

T_0 – температура гальмування на кордоні;

γ – показник адіабати.

Скаляр, f

Нульовий потік:

$$\left. \frac{df}{dn} \right|_w = 0 \quad (11)$$

Значення на стінці:

$$f|_w = f_w \quad (12)$$

f_w - значення скаляра на кордоні.

Тип кордону Вільний вихід

Швидкість V

Нульове тиск/вихід:

$$\begin{aligned} P &= 0 \\ (V, n) &> 0, \quad V|_w = V_{tw} \\ (V, n) &\leq 0 \quad \nabla(V_i, n)|_w = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

Тиск/вихід:

$$\begin{aligned} P|_w &= P_w \\ (V, n) &> 0, \quad V|_w = V_{tw} \\ (V, n) &\leq 0 \quad \nabla(V_i, n)|_w = 0 \end{aligned} \quad (14)$$

P_w - тиск на кордоні.

Вільний кордон:

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial P}{\partial n} \right|_w &= 0 \\ \nabla(V_i, n)|_w &= 0, \quad i = \frac{1}{3} \end{aligned} \quad (15)$$

Тиск, немає струму:

$$\begin{aligned} P|_w &= P_w \\ (V, n) &> 0, \quad V|_w = 0 \\ (V, n) &\leq 0, \quad \nabla(V_i, n)|_w = 0 \end{aligned} \quad (16)$$

P_w - тиск на кордоні.

Нульовий потік:

$$\left. \frac{df}{dn} \right|_w = 0 \quad (17)$$

Значення на стінці:

$$f|_w = f_w \quad (18)$$

f_w - значення скаляра на кордоні.

Тип кордону Симетрія
Швидкість, V

Стінка з прослизанням:

$$V_n = 0, \frac{dv_t}{dn} = 0 \quad (19)$$

Скаляр, f

Симетрія:

$$\left. \frac{df}{dn} \right|_w = 0 \quad (20)$$

Завдання параметрів методу чисельного моделювання.

Як вирішуються рівняння конвективно-дифузійного перенесення.

Апроксимація рівняння конвективно-дифузійного перенесення.

Математична модель руху рідини (газу) є сукупністю рівнянь конвективно-дифузійного перенесення. У узагальненій диференціальній формі ці рівняння мають наступний вид [6].

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \nabla(Vf) = \nabla(D\nabla f) + Q \quad (21)$$

де f – змінна, що розраховується, V – швидкість, D – коефіцієнт дифузії, Q – джерельний член. FlowVision використовує метод кінцевих обсягів для чисельного розв'язування рівнянь (1). У цьому методі рівняння (1) інтегруються за обсягом кожного i -го осередку розрахункової сітки та за відрізком часу (крок часу) :

$$\begin{aligned} \int_{V_i} f dv \Big|_{f=t^{n+1}} - \int_{V_i} f dv \Big|_{f=\xi^n} + \int_{\tau} \oint_{S_i} f V ds dt + \int_{\tau} \oint_{S_i} D \nabla ds dt + \\ + \int_{\tau} \oint_{S_i} Q ds dt \end{aligned} \quad (22)$$

де V_i - обсяг осередку, S_i - її поверхня, $t_n, t_{n+1} = t_n + \Delta t$ – моменти часу початку та кінця кроку по часу.

Осередок розрахункової сітки має форму довільного багатогранника. Назвемо "вільними гранями" осередки ті грані, з якими вона межує з іншими осередками [7]. Площа j -ої вільної грані в i -му осередку позначимо через s_t^i . "Твердими гранями" назвемо грані осередку, утворені кордоном, що перетинає осередок. Площа j -ої твердої грані в i -ої комірки позначимо через g_t^i . Запишемо рівняння (2) у різницевій формі

$$V_i(f_i^{n+1} - f_i^n) + \sum_j F_i^j s_i^j + \sum_j F_i^j s_i^j + \sum_j G_i^j g_i^j + Q_i = 0 \quad (23)$$

тут Q_i – об'ємний джерело змінної f , f_n – середнє значення змінної за обсягом осередку в момент часу t_n ,

$$V_i f_i^n = \int_{V_i} f dv \Big|_{t^n}. \quad (24)$$

середні щільності потоків розрахункової змінної F_i^j та G_i^j через вільні грані s_i^j та тверді грані g_i^j за крок за часом рівні

$$F_i^j \int_{\tau} (fV + D\nabla f) dt \Big|_{s_i^j} \quad (25)$$

де індекс w відповідає значенню відповідних величин на межі розрахункової області, яка відповідає грані. Другий член суми підінтегрального виразу (5), що відповідає дифузійному потоку f , апроксимується в FlowVision другим порядком точності за просторовою змінною. 1.2.7.1.2 Апроксимація конвективного перенесення Найбільш складною проблемою є апроксимація першого члена в підінтегральному вираженні (5) розділу Апроксимація рівняння, що відповідає конвективному потоку. У FlowVision використовується кілька схем апроксимації конвективного потоку [8].

$$f_i(X) = \sum_{k=1}^3 f^k(X_k) - 2f \quad (26)$$

Ці схеми засновані на відновленні розрахованої змінної f з її середніх значень всередині комірки розрахункової сітки та перенесення відновленої функції лініями струму рідини (характеристикам поля швидкості). В цьому розділі наводяться лише загальні відомості про апроксимацію рівнянь конвективного перенесення, більше Докладно апроксимація розглянута в томі Теорія.

На рисунку 1 показані способи відновлення змінної, що розраховується, в осередку. Тривимірне відновлення є лінійна комбінація трьох одномірних функцій $f_k(x_k)$, відновлених вздовж осей координат x_k всередині комірки.

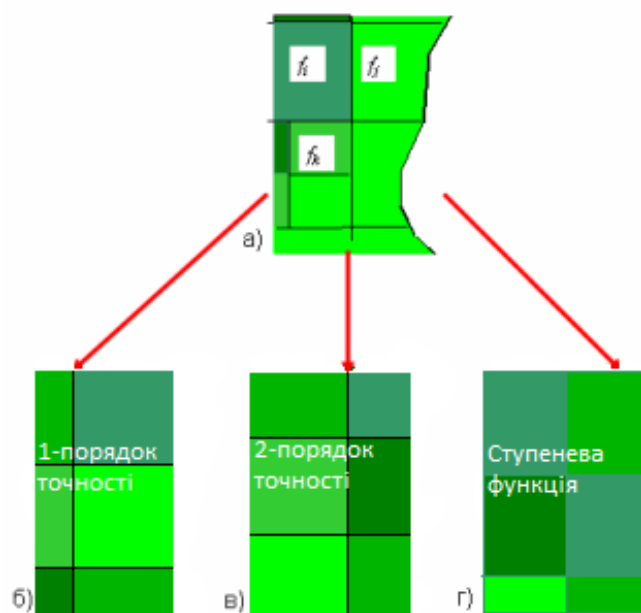


Рис. 1. Способи відновлення змінної f конвективного потоку

Методи відновлення змінного всередині розрахункового осередку, що розраховується.

- а) середні величини в розрахункових осередках
- б) відновлення першого порядку
- в) гладке відновлення високого порядку
- г) ступінчасте відновлення високого порядку.

Спосіб відновлення 1-го порядку відповідає відомій схемі проти потоку, що має перший порядок точності за просторовою змінною. Розрахунок течії з використанням цієї схеми для апроксимації конвективного члена дає грубе рішення, що має велику схемну дисипацію, та призводить до штучного зменшення його градієнтів ("розмазування"). Розрахунок цією схемою має максимальну швидкість збіжності рішення до стаціонарного стану (якщо воно є). Більш того, ітерація за часом виконується з використанням схеми швидше. Рекомендується використовувати цю схему при розрахунках тих варіантів, на яких схеми високого порядку точності не стійкі, або початкові моменти часу при розрахунках стаціонарних варіантів отримання першого наближення рішення з наступним розрахунком схемами високого порядку точності.

Спосіб відновлення 2-го порядку відповідає формально схемою другого порядку за часом та за простору, однак, як показали дослідження (Аксенов А.А., Дьядкін А.А., Гудзовський А.В., Numerical Simulation of Car Tire Aquaplaning. Computational Fluid Dynamics '96, J.-A. Desideri, C.Hirsch, P.Le Tallec, M. Pandolfi, J. Periaux eds, John Wiley & Sons, 1996, pp. 815-820) ця схема має точність схем підвищеного порядку точності. Рекомендується використовувати для розрахунку всіх рівнянь конвективного перенесення. Спосіб відновлення Ступінчаста функція відповідає схемі для розрахунку перенесення ступінчастої функції, що приймає лише два значення f_{min} та f_{max} у всій області розрахунку. Приклад перенесення функції VOF, що приймає значення 0 (газ) і 1 (рідина), яка застосовується у FlowVision для відстеження меж розділу між рідиною та газом. На малюнку зображені одновимірні відновлення, що відповідають методам 1-й порядок точності, 2-й порядок точності, Ступінчаста функція.

Спосіб відновлення Ступінчаста функція відповідає схемі для розрахунку перенесення ступінчастої функції, що приймає лише два значення f_{min} та f_{max} у всій області розрахунку. Приклад перенесення функції VOF, що приймає значення 0 (газ) і 1 (рідина), яка застосовується у FlowVision для відстеження меж розділу між рідиною та газом.

На рисунку 2 зображені одновимірні відновлення, що відповідають методам 1-й порядок точності, 2-й порядок точності, Ступінчаста функція. Одновимірне відновлення розрахункової змінної всередині розрахункового осередку, розташованої між координатними площинами $x_{i-1/2}$ і $x_{i+1/2}$:

- а) середні величини в розрахункових осередках
- б) відновлення першого порядку
- в) гладке відновлення високого порядку
- г) ступінчасте відновлення високого порядку.

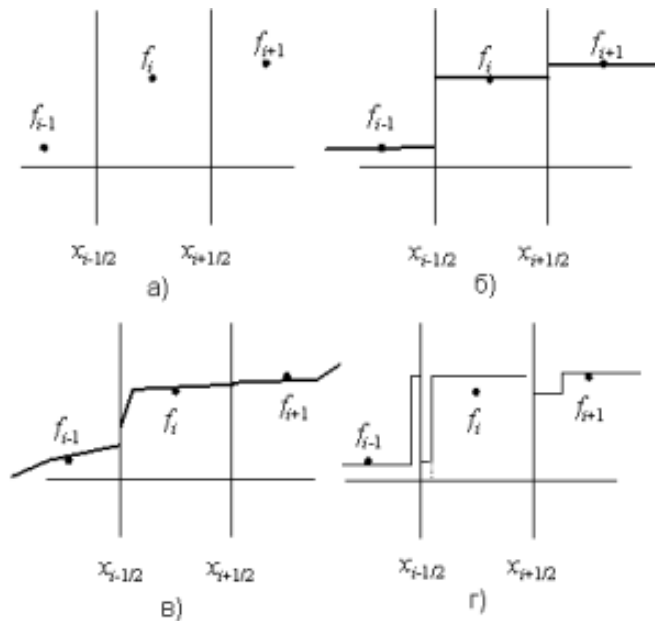


Рис. 2. Одновимірне відновлення розрахункової змінної

Вибір способу відновлення здійснюється у властивостях пункту Параметри методу дерева варіанти. За замовчуванням встановлено метод 2-й порядок точності. Вибір схеми апроксимації конвективного члена в рівняння конвективно-дифузійного перенесення

Апроксимація конвективного перенесення "скошеною" схемою. Точність чисельного рішення рівняння конвективного перенесення залежить від орієнтації потоку рідини щодо розрахункової сітки. Найбільш сильно схемні спотворення рішення проявляються при діагональному, "скошеному" потоці рідини щодо осередків сітки. Щоб підвищити точність розрахунку при діагональному потоці рідини, FlowVision застосовується "скошена" розрахункова схема. Застосування цієї схеми збільшує час розрахунку рівняння конвективного перенесення приблизно на 50%. Рекомендується використовувати її для моделювання закручених течій.

На малюнку показано, як поставити апроксимацію "скошеною" схемою конвективного члена в рівнянні конвективно-дифузійного перенесення. Зазначимо, що за такого завдання, розрахунок "скошеною" схемою буде проводитися у всіх розрахункових областях, що є в даному варіанті. Щоб встановити апроксимацію рівняння конвективного перенесення "скошеною" схемою, виберіть пункт Скошена Схема у вікні Загальні параметри Властивості Крока.

Явний та неявний методи розрахунку. Інтегрування рівняння (1) розділу Апроксимація рівняння проводиться з кроком за часом, значення якого визначається за умов стійкості обчислювального алгоритму. У FlowVision є можливість розрахунку цього рівняння явним та неявним алгоритмами. Явний алгоритм записується у такому вигляді

$$\frac{f^{n+1} - f^n}{\tau} + \nabla(Vf^n) = \nabla(D\nabla f^{n+1})Q^{n+1} \quad (27)$$

Зазначимо, що у явному алгоритмі лише конвективний член рівняння переносу записується у явному вигляді. Решта членів обчислюються неявно. Крок за часом expl у явному алгоритмі (далі цей крок називатимемо явним кроком) обмежений умовою Куранта-Фрідрікса-Леві

$$\tau_{exp1} < \tau_{min} = \min_{k, i=1..3} \frac{h^{ki}}{u^{ki}} \quad (28)$$

де $\min$ – мінімальний крок часу, отриманий в результаті обходу всіх розрахункових осередків, h_{ki} , u_{ki} розмір k-ої комірки та швидкість у напрямку осі x_i . Вибір явного кроку за часом у FlowVision здійснюється через завдання "явного числа Куранта-Фрідрікса-Леві" CFL_{expl}

$$\tau_{exp} = CFL_{expl} \cdot \tau_{min} \quad (29)$$

Число CFL_{expl} положительное и всегда меньше 1

$$0 < CFL_{EXP} \leq 1 \quad (30)$$

Для вирішення рівняння конвективного перенесення неявним алгоритмом використовується метод корекції помилки. У цьому методі до рівняння додається і віднімається конвективний член, апроксимований схемою першого порядку точності. Рівняння набуває вигляду

$$\frac{f^{n+1} - f^n}{\tau} + \nabla(Vf^n) - [\nabla(Vf^n)] + [\nabla(Vf^{n+1})] = \nabla(D\nabla f^{n+1}) + Q^{n+1} \quad (31)$$

Неявний метод немає обмеженого розміру кроку за часом. Цей крок задається або постійним, або через "неявне число Куранта-Фрідрікса-Леві" CFL_{impl} . В останньому випадку крок по часу дорівнює

$$\tau_{imp1} = \tau_{exp1} \cdot CFL_{impl} \quad (32)$$

Розв'язання системи алгебраїчних рівнянь, які отримують після апроксимації рівнянь (1), (5), шукається шляхом верхньої чи нижньої поточечної релаксації. Метод поточної релаксації – ітераційний і має емпіричний параметр ω , що впливає швидкість збіжності. Параметр лежить у наступних межах

$$0 < \omega < 2 \quad (33)$$

Як показує практика, при значенні $\omega = 0.9$ метод поточної релаксації (у разі він називається методом ниркової ниркової релаксації) добре сходиться для більшості завдань.

Висновок. Час роботи комп'ютера при виконанні чисельного моделювання зазвичай коливається від кількох хвилин (найпростіші двовимірні завдання з сотнями та кількома тисячами осередків) до кількох діб (Наприклад, завдання з горінням з кількістю осередків у сотні тисяч). Тому користувачеві потрібен досвід для створення розрахункової сітки з мінімальною кількістю осередків, але яка дозволяє особливості течії, заради яких проводиться моделювання.

- Оцінити точність отриманого рішення, якщо немає результатів експериментів (або вони ненадійні) надзвичайно складно. Тут можна надати такі рекомендації По-перше, перевірте збіжність по сітці. Це загальний принцип оцінки точності одержуваного рішення, яке полягає у проведенні серії розрахунків однієї і тієї ж задачі на сітці, яка послідовно згущується у всій області розрахунку. При зменшенні розрахункових осередків точність вирішення вихідних рівнянь збільшується пропорційно h^{-n} , де h – розмір розрахункового осередку, n – порядок апроксимації розрахункової схеми (FlowVision $n = 2$). Параметри завдання (наприклад, перепад тиску на пристрої), що моделюються, при цьому сходяться до деякого значення, що відповідає нескінченно дрібній сітці. Виберіть у якості базової сітки найбільш грубу сітку, на якій значення параметрів, що моделюються

близько до розрахованих параметрів на дрібній сітці з необхідною точністю. Зазначимо, що цей спосіб оцінки точності рішення придатний тільки в тому випадку, якщо використовується "непогрішна" математична модель. Наприклад, досліджується рух в'язкої ньютонівської рідини (наприклад, води) при малих числах Рейнольдса (ламінарна течія). При дослідженні турбулентного руху рідини за допомогою емпіричних моделей цим методом ви зможете оцінити лише точність розв'язання вихідних рівнянь, але не завдання!

- По-друге, вирішіть задачу, близьку до моделюваної, для якої відомі експериментальні результати чи дані інших авторів. Наприклад, якщо ви вирішуєте завдання аеродинаміки крила, то промодельуйте обтікання профілю NASA0012, для якого можна знайти в літературі результати розрахунків та експериментів для широкого діапазону швидкостей. На таких завданнях можна підібрати оптимальне співвідношення точність розрахунку / грубість сітки, яке потім можна використовувати для вирішення своїх завдань.

- По-третє, завжди контролюйте характеристики течії, які можуть бути вам відомі хоча імовірно (перепади тисків, максимальна температура, щільність). Дуже часто буває, що такий контроль дозволяє оцінити точність одержуваного рішення без використання трудомістких способів, описаних вище.

Список використаних джерел

1. Гунько І.В., Бурлака С.А., Єленіч А.П. Оцінка екологічності нафтового палива та біопалива з використанням методології повного життєвого циклу. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2018. Том 2. № 6 (267). С. 246–249.
2. British Petroleum. Statistical Review of World Energy. Approximate conversion factors. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-approximate-conversion-factors.pdf> (дата звернення 12.09.2018).
3. Гунько І.В., Галушак О.О., Бурлака С.А. Визначення факторів впливу біопалива на глобальні зміни клімату. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2018. №3 (102). С. 90–97.
4. Mahmudul H. M., Hagos F. Y., Mamat R., Adam A.A., Ishak W.F.W., Alenezi R. Production characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines – A review. *Renewable and Sustainable Energy. Reviews*. 2017. № 72. Pp 497–509.
5. Мельник І. І., Сапсай В. І., Барабаш Г. І., Зубко В. М., Чуба В. В. Математична модель визначення оптимального складу агрегатів у рослинництві. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2011. Вип. 41(1). С. 272-278.
6. L. Raslavičius, Ž. Bazaras. The analysis of the motor characteristics of D–RME–E fuel blend during on-field tests. *Transport*. №24(3). Vilnius, Vilniaus gedimino technikos universitetas Academia Scientiarum Lithuaniae; 2009. P. 187- 191.
7. Бурлака С.А. Оцінка викидів автотранспорту на основі моделі GREET. *Наука III тисячоліття: пошуки, проблеми, перспективи розвитку* : IV міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Бердянськ, 22-23 квіт. 2020 р. 2020. С. 171—172.

8. Гунько І.В., Бурлака С.А. Математичне моделювання роботи системи живлення дизельного двигуна працюючого на біопаливі з дросельним регулювання складу паливної суміші. *The scientific heritage*. 2020. № 50. С. 34-38.

Владислав ДЖУМАРА⁹,
бакалавр 2-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

***Анотація.** В статті представлено історію, теорії і застосування другого закону термодинаміки*

***Abstract.** The article presents the history, theory and application of the second law of thermodynamics*

Вступ. Всі живі організми підчиняються законам природи. Ми не можемо подолати гравітацію саме так, як і не можемо зупинити старіння. Однак це не означає, що людина не прагне пізнати закони. Щорічно вчені роблять неймовірні відкриття. Наприклад, в цьому році швейцарці Дідьє Келоз і Мишель Майор отримали нобелівську премію за теоретичні відкриття в фізичній космології. На жаль, не всі теорії підтверджуються на практиці. Так люди на протязі століть вірили в можливість самозародження життя. До двадцятого століття головною причиною переміщення матерів вважалося розширення Землі. А хіміки вважали, що атом має форму куба. Пізніше дані теорії були перевірені. Безумовно, існують базові, основоположні закони, на яких будуються наступні дослідження.

Метою даної роботи являється дослідження історії, значення і використання другого закону термодинаміки в теперішньому часі.

Виклад основного матеріалу.

Кругові цикли. Як ми знаємо, багато процесів у природі циклічні. Рух планет, що не згасають коливання маятника є яскравими прикладами. Також кругові цикли чудово ілюструють процеси перетворення енергії у другому законі ТД. Для того, щоб краще розібратися в процесах, що відбуваються, розглянемо цикл:

^{9*} Керівник к.т.н., ст. викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу Рябошапка В.Б.

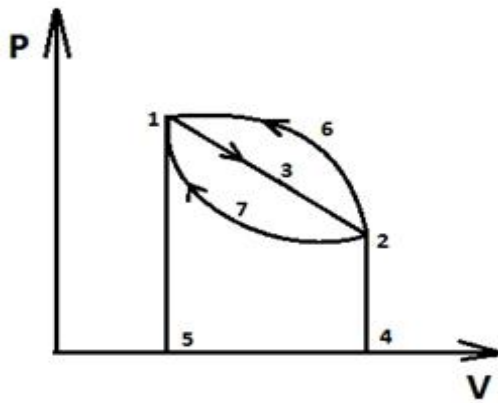


Рис. 1-Круговий цикл

З розширення тіла по кривій 1-3-2 випливає, що воно виконує роботу. Цю роботу можна обчислити як площу під графіком (площина 1-3-2-4-5 або за формулою роботи $L = P\Delta V$). Для подальшого виконання роботи (L) тіло має повернутися до точки 1.

Після того, як ми розібралися в механізмі процесів, розглянемо докладніше другий закон термодинаміки.

Формулювання другого закону термодинаміки. Для того, щоб зрозуміти другий закон ТД, розглянемо основні його формулювання:

Карно стверджував, що «усюди, де є різниця температур, може виникати рушійна сила. Вона може залежати від температури тіла, між якими відбувається перенесення теплоти».

Більше узагальнене формулювання закону дав Клаузіус, німецький фізик. "Якщо єдиним результатом у процесі може бути передача Q від холодного тіла до нагрітого, то цей процес не відбуватиметься".

Одночасно з Клаузісом Томсоном було висловлено схоже формулювання: "Неможливий процес, єдиним результатом якого є здійснення роботи за рахунок охолодження одного тіла".

Сучасні ж вчені вважають, що другий закон ТД є законом про S , тобто встановлює її існування як функції стану системи»

Ентропія як важлива частина другого закону. Що таке ентропія (S)? Чим вона така важлива? Больцман говорив " S - показник неупорядкованості системи". На прикладі води розглянемо її роботу. У твердому стані молекули впорядковані, оскільки перебувають у складі кристалічних ґрат. У рідкому стані вони переміщуються хаотично, тобто вода є неупорядкованою структурою. Відповідно міра безладу, ентропія, води буде більшою, ніж льоду. Больцман стверджував, що без зміни зовнішніх умов вода не зможе перетворитися на лід. У замкнутих системах не може зменшуватися. Ми знаємо, що при зменшенні температури (T) системи зменшується швидкість руху молекул, отже, збільшується впорядкованість системи. Якщо відвести Q від системи, S зменшиться.

Зрештою, система прагне стану, в якому:

- Вся корисна робота перетворилася на теплоту;
- У всіх тіл системи однакова T ;
- Відбулося вирівнювання тиск та концентрація.
- У цьому стані ентропія досягає свого максимального значення, системі більше немає сенсу змінюватися.

Не менш важливим є факт, що ентропія визначає можливість мимовільного перебігу реакцій. Система прагне зниження енергії, отже, мимоволі протікають процеси, які збільшують ступінь безладдя чи ентропії

Для визначення ступеня неупорядкованості системи обчислюють ентропію. Усі реальні процеси протікають під дією кінцевої різниці температур чи концентрацій.

Точну величину значення ентропії обчислюють, наприклад, хімічних реакцій. Вона дозволяє знайти умови рівноваги в реакціях, що є необхідним подальшого проведення експерименту.

Цікавий факт: в даний час точаться суперечки, чи є чорні дірки найбільшим джерелом ентропії або хаос передається в навколишній простір не в таких значних кількостях завдяки потужним гравітаційним силам.

Термічний ККД. Як ми з'ясували, другий закон ТД вказує напрям енергетичних перетворень. Для цих перетворень використовують безліч різних машин. Як зрозуміти, яка машина працює краще? Ми знаємо, що немає ідеальних машин, які можуть працювати без втрати енергії. Максимізувати енергію, що виробляється, - одне з основних завдань учених. Тому що вони визначають ступінь досконалості машин?

Однією з показників є ккд. ККД – коефіцієнт корисної дії. Він показує, яку частину теплоти машина може перетворити на L . Відповідно, що вище ККД, то вища ефективність.

Найбільш ефективний цикл – цикл Карно. Прагнучи максимізувати ККД, французький фізик Карно знайшов круговий цикл, з якого можна отримати максимальну роботу. У 1824 році він розглянув його у своєму творі:

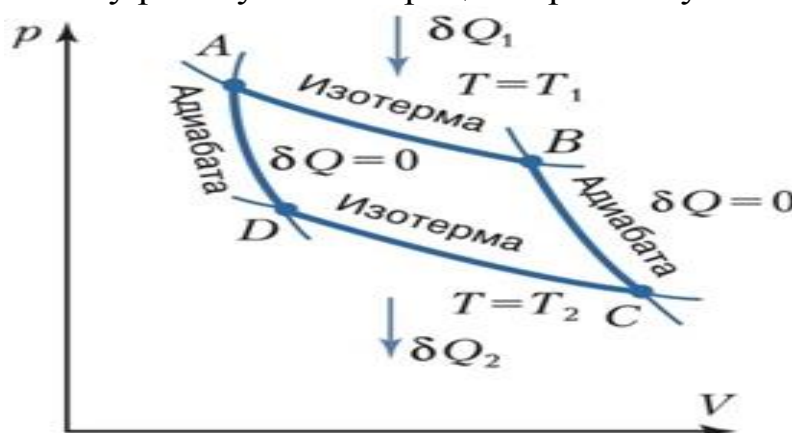


Рис.2-Цикл Карно

Розглянемо цикл детально:

- Точка А: тілу підводиться теплота Q_1 джерела тепла;

•Точка В: тіло ізолюється від джерела з адіабатним розширенням, знижується температура;

•Крапка С: тіло повідомляється з холодним джерелом, відводиться теплота Q_2 ;

•Точка D: тіло йде до початкового стану внаслідок адіабатного стиснення.

Значення другого закону ТД в теперішній час. Проаналізувавши зібрану інформацію, можна виділити такі значення:

•Вказує напрями перебігу процесів, фактично виділяючи можливі у тому числі;

•Визначає стан рівноваги за цих умов, визначаючи кількість отриманої роботи;

•Встановлює межу можливого мимовільного перебігу процесів;

•Дозволяє знайти максимум енергії, яка може бути використана;

•Встановлює найефективніші способи використання теплоти, визначаючи максимальний ККД;

•За допомогою нього можна побудувати температуру шкали, яка не залежатиме від вибору пристрою вимірювання температури.

•Усе це має дуже велике значення, як дослідження теоретичних проблем фізичної хімії, так вирішення різних завдань прикладного характеру.

Висновки. Таким чином, у порівнянні з першим з-ом, другий закон має менш широку область застосування. Він застосовний лише до систем із значної частини часток, оскільки має статистичний характер. Попри це, другий закон має значення: охоплює майже все природознавство. На ньому заснований весь спектр аналізів, тобто більшість астрофізики, вся теоретична та фізична хімія. Скрізь, де зустрічається перетворення енергії молекул і атомів на механічну чи електричну енергію, необхідний розглянутий закон. А також застосовується в нове час з таким дивовижним успіхом гіпотеза квант є природним сином другого початку термодинаміки. Безперечно, прогрес не стоїть на місці. В останніх експериментах вчені досягли того, що тепло може почати переходити від холодного атома до гарячого. Однак у цих дослідженнях розглядається квантовий світ, у якому діють далеко ще не всі закони фізики.

Другий закон ТД є базовим законом, оскільки на ньому базуються багато гіпотез, теорем, а також базуються пристрої різних приладів. Розвиток сучасної науки був би можливий без цього закону.

Список використаних джерел

1. Сухан В.В., Табунська Т.В., ін. Хімія – К.: Либідь 1993
2. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Кравчук І.М., Романишин Б.М. Габа В.М.. Гончар Ф.М. Курс фізики. — Львів: Вид-во «Афіша», 2004.

3. Біофізика і біомеханіка: підручник В.С. Антонюк, М.О. Бондаренко, В.А. Ващенко, Г.В. Канашевич, Г.С. Тимчик, І.В. Яценко. – Київ: Політехніка, 2012. – 344 с.
4. В.В. Дубровська, В.І. Шкляр Термодинаміка та теплообмін: навч. посіб. – К.: НТУУ«КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. – 152 с.
5. Ковальова Т.Ю. механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка Т.Ю. Ковальова. - М.: 2012. - 952 с.
6. Шевченко А.Ф. Основи медичної і біологічної фізики: підручник А.Ф. Шевченко. – Київ: Медицина, 2008. – 656 с
7. Яворський Б.М., Детлаф А.А., Мілковська Л.Б. Курс фізики — Київ 1973

Олександр ЖОМІР¹⁰,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ГІДРОДИНАМІЧНА ВЕРИФІКАЦІЯ ТА ВАЛІДАЦІЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПЕРЕБІГУ РІДИНИ В ЗМІШУВАЧІ

***Анотація.** На сьогоднішній день в інженерній практиці широко використовуються програмні пакети для автоматизації інженерних розрахунків. До них входять системи, що дозволяють вирішувати складні завдання обчислювальної гідро-газодинаміки. Специфіка застосовуваного у них математичного апарату накладає певні обмеження у процесі роботи. Так, на даний момент не існує універсальної математичної моделі, яка достовірно описувала всі особливості турбулентних течій для всього спектра завдань. Натомість існує велика кількість напівемпіричних моделей, які добре корелюються з експериментальними дослідженнями лише для певного класу завдань.*

***Abstract.** Today in engineering practice software packages are widely used to automate engineering calculations. These include systems that allow you to solve complex problems of computational hydro-gas dynamics. The specifics of the mathematical apparatus used in them imposes certain limitations in the process of work. Thus, at present there is no universal mathematical model that reliably describes all the features of turbulent flows for the whole range of problems. Instead, there are a large number of semi-empirical models that correlate well with experimental studies for only a certain class of tasks.*

^{10*}Науковий керівник: доктор філософії старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв Бурлака С.А.

Вступ. Найбільш широкого поширення набули моделі опосередкованих за Рейнольдсом рівнянь Нав'є-Стокса. Дані моделі в той же час мають велику кількість варіацій, багато з яких знайшли своє застосування і в комерційних програмних пакетах. Така різноманітність створює проблему вибору найбільш підходящої моделі для конкретного випадку, тому верифікація і валідація є невід'ємною частиною процесу чисельного моделювання турбулентних течій.

Метою даної роботи є методика виконання верифікації та валідації розрахунку течії у проточній частині камери згоряння газотурбінного двигуна з поперечною системою виховання. Авторами виконано огляд найбільш актуальних моделей турбулентності, що використовуються у програмних пакетах обчислювальної гідро-газодинаміки. Перераховані їх переваги, недоліки та обмеження, пов'язані з емпіричними даними, що вводяться.

Розвиток обчислювальної техніки за останні роки в сукупності з удосконаленням чисельних методів моделювання течії рідини і газу дозволяють з високим ступенем точності проводити розрахунки складних течій як зовнішньої, так і внутрішньої аеродинаміки об'ємних тіл. З усього спектру підходів до моделювання течій, найбільш широкого поширення набули середні за Рейнольдсом рівняння Нав'є-Стокса (Reynolds-Averaged Navier-Stokes, RANS) моделі турбулентності (MT), для замикання яких використовується сукупність диференціальних рівнянь та напів.

Виклад основного матеріалу.

Модель SST (Shear Stress Transport)

Турбулентна в'язкість:

$$\mu_t = \rho \frac{0.31k}{\max[0.31\omega, F_2 F_3 S]} \quad (1)$$

Рівняння для k і ω :

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla(\rho V k) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla k \right) + \tilde{P}_k - \rho \beta^+ k \omega \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho \omega)}{\partial t} + \nabla(\rho V \omega) = \nabla \left(\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \nabla \omega \right) + \rho a G - F_4 \rho \beta \omega^2 + D_\omega \quad (3)$$

Позначення:

$$S = \sqrt{\frac{1}{2} S_{ij} S_{ij}} \quad (4)$$

$$S_{ij} = \frac{\partial Y_i}{\partial X_j} + \frac{\partial Y_j}{\partial X_i} \quad (5)$$

$$\tilde{P}_k = \min(P_k 10 \cdot \beta_\omega^x \rho k \omega), \quad P_k = \mu_t G \quad (6)$$

$$G = D_{ij} \frac{\partial V_i}{\partial X_j} \quad (7)$$

$$D_{ij} = S_{ij} - \frac{2}{3} \left(\nabla \cdot V + \frac{\rho K}{\mu_t} \right) \delta_{ij} \quad (8)$$

$$D_\omega = 2(1 - F_1) \rho \sigma_{\omega,2} \frac{1}{\omega} \nabla k \cdot \nabla \omega \quad (9)$$

$$F_1 = \tanh(\Phi_1^4) \quad (10)$$

$$F_2 = \tanh(\Phi_2^2) \quad (11)$$

$$\Phi_1 = \min \left[\max \left(\frac{\sqrt{k}}{\beta_\omega^x \omega y} \cdot \frac{500 \mu}{\rho y^2 \omega} \right) \cdot \frac{4 \sigma_{\omega,2} \rho k}{D_\omega^+ y^2} \right] \quad (12)$$

$$\Phi_1 = \max \left(2 \frac{\sqrt{k}}{\beta_{\omega}^x \omega y} \cdot \frac{500\mu}{\rho y^2 \omega} \right) \quad (13)$$

$$D_{\omega}^+ = \max \left[2\sigma_{\omega,2}\rho \frac{1}{\omega} \nabla k \cdot \nabla \omega, 10^{-10} \right] \quad (14)$$

$$F_3 = 1 - \tanh \left[\left(\frac{150\mu}{\rho y^2 \omega} \right)^4 \right] \quad (15)$$

$$F_4 = \frac{1}{1+3.6 \cdot Ri} \quad (16)$$

$$Ri = \frac{\Omega}{S} \left(\frac{\Omega}{S} - 1 \right) \quad (17)$$

$$\Omega = \sqrt{\frac{1}{2} \Omega_{ij} \Omega_{ij}} \quad (18)$$

$$\Omega_{ij} = \frac{\partial Y_i}{\partial X_j} + \frac{\partial Y_j}{\partial X_i} \quad (19)$$

Тут у – відстань до найближчої стіни.

$$\sigma_k = \frac{1}{F_1 \sigma_{k,1} + (1-F_1) \sigma_{k,2}} \quad (20)$$

$$\sigma_{\omega} = \frac{1}{F_1 \sigma_{\omega,1} + (1-F_1) \sigma_{\omega,2}} \quad (21)$$

$$a = F_1 \cdot \frac{5}{9} + (1 - F_1) \cdot 0.44 \quad (22)$$

$$\beta^x = \beta_{\omega}^x (1 + \xi^x F(M_t)) \quad (23)$$

$$\beta = F_1 \cdot 0.075 + (1 - F_1) \cdot 0.0828 - \beta_{\omega}^x \xi^x F(M_t) \quad (24)$$

$$F(M_t) = \begin{cases} 0 & M_t \leq M_{t0} \\ M_t^2 - M_{t0}^2 & M_t > M_{t0} \end{cases} \quad (25)$$

$$M_t^2 = \frac{2k}{a^2} \quad (26)$$

Тут а - швидкість звуку.

Параметри:

$$\sigma_{k,1} = 0.85, \sigma_{\omega,1} = 0.5, \sigma_{k,2} = 1, \sigma_{\omega,2} = 0.856$$

$$\beta_{\omega}^x = 0.09$$

$$k = 0.41$$

$$\xi^x = 1.5, M_{t0} = 0.25$$

Проста модель

Рівняння для k_{θ} :

$$\frac{\partial(k_{\theta})}{\partial t} + \nabla(Vk_{\theta}) = \frac{1}{\rho} \nabla \left(\rho \left(a + \frac{a_t}{\sigma_{k_{\theta}}} \right) \nabla k_{\theta} \right) + a_t (\nabla T)^2 - \varepsilon_{\theta} \quad (1)$$

Позначення:

$$a = \frac{v}{Pr} \quad (2)$$

$$a_t = \frac{v_t}{Pr_t} \quad (3)$$

Модель припускає, що турбулентне число Прандтля $Pr_t = \text{const}$ задається в інтерфейсі. Величина обчислюється з виразу:

$$Pr_t = \frac{c_{\mu}}{c_{\lambda}} \sqrt{\frac{1}{Pr} \frac{k_{\theta}}{k}} = 0.9 \sqrt{\frac{1}{Pr} \frac{\varepsilon_{\theta}}{k}} \quad (4)$$

Пристінні функції

Швидкість

Представимо вектор швидкості у прикордонному осередку у вигляді суми двох векторів (рис. 1):

$$V = V_n + V_T \quad (1)$$

де V_n і V_T – нормальна та дотична до межі складові вектора швидкості. Поблизу стінки дотична складова вектора швидкості рідини змінюється від величини V до нуля (Умова прилипання):

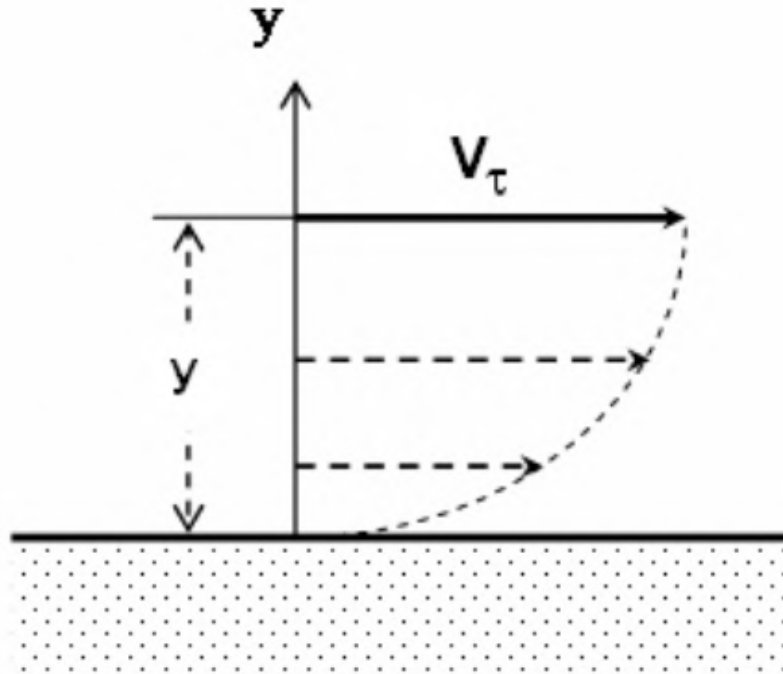


Рис. 1. Відносна складова швидкості рідини поблизу стіни

Введемо безрозмірну відстань до стіни:

$$y^+ = \frac{U_t y}{\nu} \quad (2)$$

де швидкість зсуву U_t

$$U_t = \sqrt{\frac{T_w}{\rho}} \quad (3)$$

В'язкий підшар:

$$y^+ < \frac{2.5}{3} \quad (4)$$

Тут

$$T = \rho u_t^2 = \mu \frac{|V_t|}{y} \quad (5)$$

чи інакше $u^+ = y^+$,

де $u^+ = \frac{|V_t|}{U_t}$

Логарифмічний підшар:

$$30 < y^+ < 300 \quad (6)$$

Тут

$$u^+ = \frac{1}{K} \ln(E y^+) \quad (7)$$

Рівняння (7) використовується для знаходження U_t відомих $|V_t|$ і y , після чого обчислюється в'язке напруження за формулою (5).

Зшивка:

Буферний шар знаходиться в інтервалі:

$$3 < y^+ < 30 \quad (8)$$

Тут проводиться зшивка лінійного (в'язкого) та логарифмічного профілів швидкості, що визначається рівнянням:

$$y_x^+ = \frac{1}{K} \ln(E y_x^+) \quad (9)$$

Таким чином, для $y^+ < y_x^+$ в'язкої напруги на стінці обчислюється за формулою $T = \mu \frac{V_t}{y}$,

для $y^+ < y_x^+$ в'язка напруга на стінці обчислюється за формулою $T = \rho u_t^2$.

Значення за замовчуванням $k = 0.41, E = 9$ відповідає $y_x^+ = 11.266$

Турбулентна енергія

В'язкий підшар:

$$k \sim y^2 \quad (1)$$

Логарифмічний підшар:

$$k = \frac{u_t^2}{\sqrt{\beta^x}} \quad (2)$$

Зшивка:

$$k = \frac{\left(\min\left(\frac{y^+}{y_x^+}\right) u_t \right)^2}{\sqrt{\beta^x}} \quad (3)$$

Вплив градієнта тиску

Вплив градієнта тиску враховується за допомогою додаткового члена в ефективному напрузі тертя на стінці:

$$T_{w, eff} = \rho u_t u^x + y \cdot \nabla_t P \cdot \varphi, \quad \varphi > 0 \quad (1)$$

Тут перше доданок - напруга тертя, отримане за допомогою пристінної функції для V_t . Якщо на стіні для k задано умову Значення в осередку поряд зі стінкою, то $U^x = U_t$. Якщо на стінці для k задана умова Нульовий потік, то

$$U^x = \beta^{x1/4} k^{1/2} \quad (2)$$

Коефіцієнт φ = Демпфер гр-та тиску дозволяє керувати місцем відриву потоку. Якщо тиск падає в напрямку потоку, $y \cdot \nabla_t P \cdot \varphi < 0$, і, таким чином, ефективна напруга тертя менше значення, отриманого за допомогою пристінної функції для V_t . Якщо тиск зростає в напрямі потоку, $y \cdot \nabla_t P \cdot \varphi > 0$, Потік гальмується, і відбувається відрив.

Щоб вимкнути облік градієнта тиску в ефективній напрузі тертя, задайте значення параметра Облік градієнта тиску (на сторінці Параметри моделі Додатково) = 0. Щоб врахувати лише позитивний градієнт тиску (не враховуючи негативний), задайте Облік градієнта тиску = 1. Щоб врахувати позитивний і негативний градієнти тиску, задайте Облік градієнт тиску = 2.

Висновок. Таким чином, в результаті верифікації чисельних методів вдалося з'ясувати, що найкраще узгодження з експериментом за вибраним критерієм для типу завдань, що забезпечують, MT SST k-w і стандартна k-е MT.

Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М., Климчук О.В. Екологічна енергетика – основа розвитку економіки держави. Збалансоване природокористування. Науково-практичний журнал. 2013. № 23. С. 14-17.
2. Mahmudul H. M., Hagos F. Y., Mamat R., Adam A.A., Ishak W.F.W., Alenezi R. Production characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines – A review. Renewable and Sustainable Energy. Reviews. 2017. № 72. Pp 497–509.
3. Реферат Перемішування. Види і конструкції мішалок. URL: <https://ukrbukva.net/117379-Peremeshivanie-Vidy-i-konstrukcii-meshalok.html> (дата звернення 10.09.2021)
4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник; за ред. Д. Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 446 с.
5. Symak D., Gumnitsky J., Atamaniuk V., Nagursky O. Investigation of physical dissolution of benzoic acid polydisperse mixture. Chemistry and Chemical Technology. 2017. Volume 11. Issue 4. Pp. 469–474.
6. Блезнюк В.М., Козаченко О.В., Блезнюк О.В. Практикум з технічної експлуатації і обслуговування машин. Харків: ХНТУСГ, 2006.

Максим КУЧЕРЕНКО¹¹,

студент 1 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВУГЛЕЦЕВЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО. ПЕРСПЕКТИВИ І НЕОБХІДНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

***Анотація.** У статті охарактеризовано перспективи і необхідність впровадження в Україні вуглецевого землеробства, а саме вирощування чинних культур за новими методами, що приносить нові доходи, а з ними — користь довкіллю і вашій справі. Досліджено метод затримання вуглецю в ґрунті. Зазначено, що вуглець поліпшує структуру ґрунту. Також новітні технології в рослинництві No-till і Strip-till. Основні критерії даних технологій, перспективи впровадження в технології рослинництва та їхні переваги і недоліки. Визначено, що смугова обробка ґрунту призводить до того, що близько 70% всього поля залишаються необробленими, а добрива зосереджуються в підкореневій зоні рослин і вносяться зазвичай раз на рік під час осіннього чи весняного розпушування.*

^{11*} Керівник - к.т.н., професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу Серeda Л.П.

Annotation. The article describes the prospects and the need for the introduction of carbon farming in Ukraine, namely the cultivation of existing crops by new methods, which brings new income, and with them - the benefit of the environment and your business. The method of carbon retention in the soil has been studied. It is noted that carbon improves soil structure. Also the latest technologies in crop production No-till and Strip-till. The main criteria of these technologies, prospects for implementation in crop production technologies and their advantages and disadvantages. It has been determined that strip tillage leads to the fact that about 70% of the whole field remains uncultivated, and fertilizers are concentrated in the root zone of plants and are usually applied once a year during autumn or spring loosening.

Вступ. Вуглецеве землеробство – це зміна сільськогосподарських практик, яка ставить метою підвищити рівень вуглецю у ґрунті та зменшити викиди парникових газів. Цей різновид відновлювального землеробства приділяє першочергову увагу здоров'ю ґрунту.

Іншими словами, це запровадження фермерами агрономічних практик, які вирішують складні задачі та збільшують кількість вуглецю в ґрунті або зменшують викиди. Додавши ці практики до своєї роботи, ви зможете заробляти вуглецеві кредити через відповідні програми. Компанії будуть купувати ці кредити, щоб компенсувати викиди, які вони не можуть зменшити. Отже, ви отримуватиме гроші за виконання цих практик. Це вуглецеве фермерство – вирощування чинних культур за новими методами, що приносить нові доходи, а з ними – користь довкіллю і вашій справі.

Виклад основного матеріалу. Вуглець у ґрунті поліпшує його структуру. Вода та повітря краще проникають, тому поле може зберігати воду більш ефективно. Загалом створено покращену губку, яка утримує воду, доки наша товарна культура не почне потребувати її у вегетаційний сезон під час періодів посухи. Більш стабільний ґрунт між цими періодами вологості та засухи призводить до більшої стійкості перед погодою – одним із найголовніших чинників стресу, з яким зустрічаються фермери.

Збільшення вуглецю також допомагає зменшити витрати. Зменшуючи обробку ґрунту, фермери зменшують кількість гонів у полі, витрати пального, робочі години працівників і витрати на обладнання. Використання поживних речовин також може зменшити витрати на добриво, якщо обачно розрахувати їхнє нанесення та зосередитися на розміщенні, щоб застосовувати оптимальні кількості азотного добрива. Згодом обидва методи зекономлять час і гроші.

Якщо бур'ян, вода чи шкідники псують вашу ферму, вам можуть допомогти покривні культури. Їх саджають між товарними культурами, покриваючи таким чином ґрунт. Покривні культури можуть позбавитися від бур'янів, прогнати шкідників, підвищити доступність води та сповільнити ерозію. Різні покривні культури мають різні властивості.

Вуглецеве землеробство – нова надія господарників. Вуглець - досить поширений, але мало використовуваний хліборобами елемент. Він дозволяє рослинам краще розвиватися і впливає на врожайність. Фермери США і Австралії

створили власну технологію застосування цього хімічного елемента. Вуглецеве сільське господарство зовсім недавно було названо "секретною зброєю" нового покоління в руках хліборобів. На думку деяких дослідників, воно повинно стати основою майбутньої цивілізації, змінивши звичні методи обробки землі і господарювання. Надалі, активно використовуючи вуглець в землеробстві, фермери зможуть в кілька разів підвищити обсяги виробленої сільськогосподарської продукції.

Перші експерименти по створенню досвідчених вуглецевих господарств вже почалися. Одним з таких полігонів стала ферма Гейба Брауна в Північній Дакоті (США). Для Брауна вже давно не секрет, що вуглець є найважливішим компонентом розвитку ґрунту і її мешканців (мікробів, грибів і дощових черв'яків). Він використовує оригінальне і незвичне рішення. В кінці сезону на поля, на яких залишається урожай, фермер випускає овець, курей, курчат, щоб вони витоптали і з'їли залишки врожаю. Після цього він бере сівалку і висаджує насіння нового врожаю серед залишків попереднього.

У деяких інших штатах США і Австралії застосовується такий спосіб, як "вуглецеве кредитування". Зокрема, ті фермери, які активно "вилучають" вуглець, можуть продавати квоти підприємств, які забруднюють навколишнє середовище. Продаж квот на викиди вуглецю - реальність американських фермерів.

П'ять постулатів утримання вуглецю:

1. Чи не рихлить ґрунт.

Розпушування змішує ґрунт з повітрям, що дозволяє вуглецю окислюватися, повертаючись в атмосферу. Натомість зосередьтеся на вирощуванні багаторічних культур і не обробляйте ґрунт або використовуйте сівалку спрощеного посіву для щорічних посадок.

2. Мульчування ґрунту.

Регулярно мульчуйте ґрунт поблизу невеликих посадок, використовуючи дерев'яну або солом'яну тирсу. Вони допоможуть запобігти втратам вуглецю. На великих площах залишайте рослинні залишки в якості мульчі. Розкладаючись, вони виконують функцію "вуглецевого палива" для ґрунту.

3. Використовуйте компост.

Компост багатий стабільною (важкоокислюваною) формою вуглецю, тому "вуглецеві фермери" розкидають його по поверхні землі.

4. Пасіть худобу грамотно.

Паси худобу на одному великому полі дійсно не зовсім доцільно. Краще розбити майданчик для випасу на кілька невеликих ділянок і вигулювати живність на одному з них, щоб інші встигали відновитися.

5. Висаджуйте покривні культури.

Такі швидкозростаючі рослини, як конюшина і горошок, утримують вуглець в ґрунті протягом затяжної зими. Вони також можуть вільно рости поряд з іншими культурами і компенсувати втрати вуглецю, викликані збором цих культур.

Карбонове землеробство - це майбутнє сільського господарства, зайвий раз підтверджує тезу про те, що всі необхідні для росту рослин речовини містяться в природі.

За словами розробників, карбонова технологія допоможе нам уникнути парникового ефекту, який утворюється через надлишок вуглекислого газу. Надлишок формує свого роду «покривало» або «купол» в атмосфері, вловлюючи тепло від сонця. Через це на Землі поступово змінюється клімат, рухаючись в сторону глобального потепління. Ситуація може стати критичною і загрожує серйозними катаклізмами, здатними спричинити неминучу загибель людства. Знизити подібні ризики, за словами вчених, може якраз карбонове землеробство.

Сьогодні вуглецеве с/г розглядається як один зі способів відновлення балансу циклу вуглецю в природі, що допоможе підвищити стійкість ґрунту до посухи, збільшити природну продуктивність АПК. Суть технології досить проста. Потрібно видаляти зайву кількість вуглецю з навколишнього середовища і зберігати його в ґрунті для харчування і росту рослин. В землі речовина буде кориснішою, в той час як перебуваючи в атмосфері, даний елемент призводить до виникнення серйозних проблем.

Працює карбонове землеробство через комплекс с/г методів, таких як технологія мінімальної обробки ґрунту No-till або Strip-till. [1]. Такі агрооперації, як компостування, мульчування, використання покривних культур, сприяють секвестрації вуглецю в землі.

Однак, щоб карбонове сільське господарство було успішним, важливо правильно його організувати.

Величезну роль в його реалізації відіграють:

- зацікавленість держави;
- надійна фінансова підтримка с/г виробника;
- партнерство з науковими організаціями.

Поки немає ніякої можливості знати, чи стане ця технологія порятунком від зміни клімату, але напевно можна сказати, що вона здатна поліпшити ґрунт, підвищити врожайність і очистити повітря від надлишку вуглецю.

Роль США в становленні карбонового землеробства.

Спочатку карбонове землеробство було придумано у Сполучених Штатах. Саме тут додумалися використовувати вуглець для підвищення врожайності, коли гостро постало питання його надлишку в атмосфері [1].

Також в США були проведені дослідження, в ході яких органічну форму даної речовини зв'язують у ґрунті. За їх результатами оптимально для впровадження технології карбонового землеробства підходить «кукурудзяний пояс». У цій зоні гарні ґрунти, достатній рівень опадів і м'який клімат. Також підходять для впровадження карбонового землеробства південні регіони. У них теж спостерігаються регулярні опади і тривалий вегетаційний період.

Новітні технології в рослинництві No-till і Strip-till. Основні критерії даних технологій і перспективи впровадження в технології рослинництва.

Технологія No-till: система нульового обробітку ґрунту [2].

Технологія No-till - сучасна система обробітку ґрунту, яка передбачає відмову від оранки землі за допомогою традиційної техніки (рис. 1). В результаті поверхня залишається в нерухомому стані та покривається подрібненими пожнивними залишками. Завдяки діяльності корисних мікроорганізмів відбувається їх

мінералізація та збільшення органічної маси у верхніх ґрунтових шарах. Це призводить до покращення структури ґрунтового шару та підвищення природної родючості землі. Крім того, поверхня, покрита мульчею, краще зберігає вологу та запобігає ерозії ґрунтів.

Основна сутність застосування нульового обробітку полягає у створенні умов, при яких родючість поверхневого шару відновлюється природним способом. Головні принципи нульової технології полягають в мінімальному механічному впливі на поверхневий шар, постійному збереженні структури ґрунту та рослинних залишків, дотриманні сівоzmіни. Реалізація цих правил передбачає виконання комплексу заходів:

- прямий посів та відмову від традиційної оранки, глибокого розпушування, боронування, культивації та інших видів обробітку землі;
- заборону на спалювання та переорювання рослинних залишків;
- відмову від використання органічних добрив (замість них застосовуються залишки основних та покривних культур);
- внесення мінеральних добрив одночасно із висівом насіння;
- використання спеціальної техніки, сівалок та іншої.

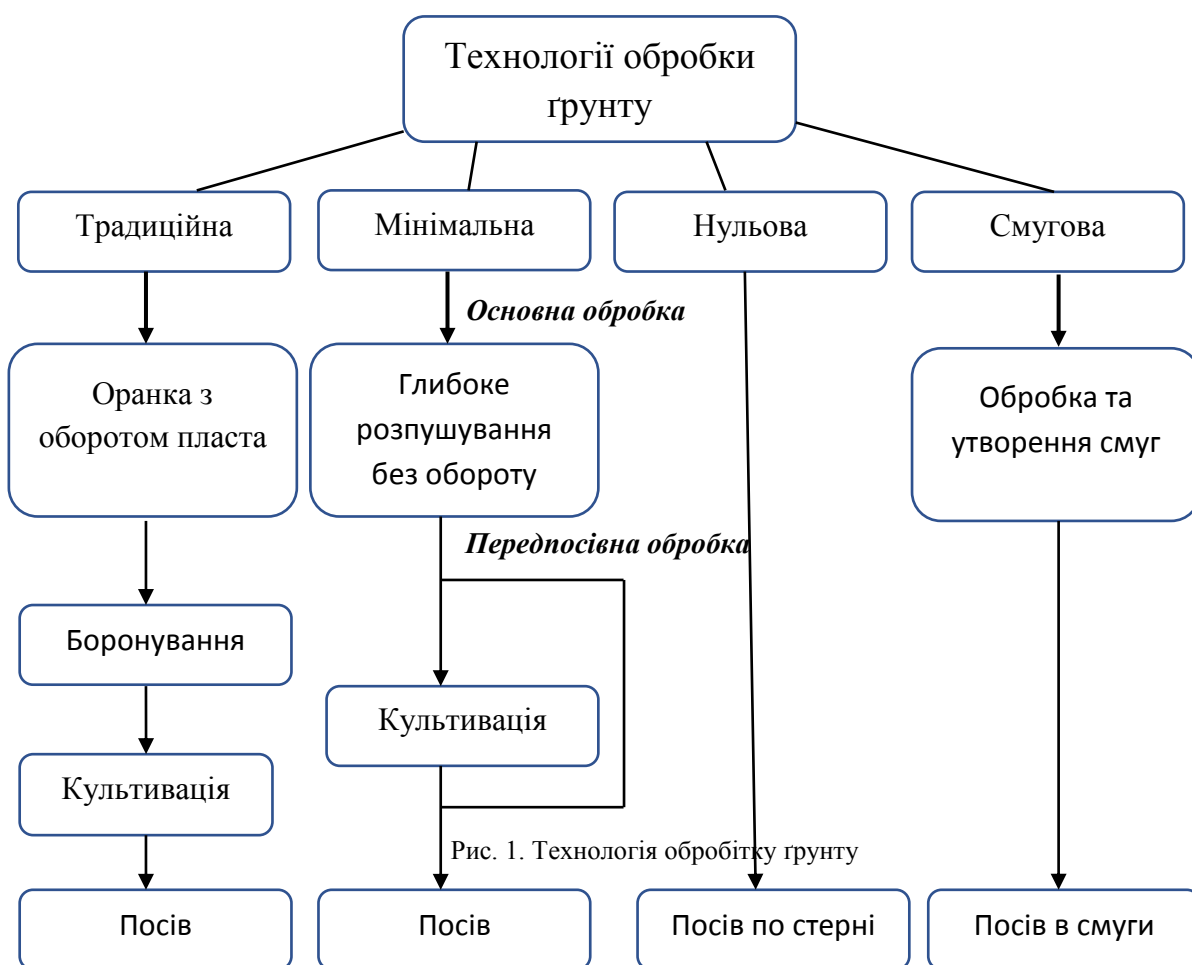


Рис. 1. Схема технології обробки ґрунту

Переваги та недоліки технології No-till.

Нульова технологія землеробства позитивно позначається на водно-фізичних, біологічних та хімічних властивостях поверхневого шару. У порівнянні з традиційною оранкою вона має низку переваг:

- знижує витрати на оплату праці, амортизацію техніки, паливно-мастильних матеріалів та добрив;
- зберігає та відновлює родючість землі;
- запобігає ерозії ґрунту;
- сприяє затриманню і накопиченню вологи в ґрунті, що особливо актуально для посушливих регіонів.

Крім переваг система No-till має недоліки. Вона вимагає не тільки високої кваліфікації агрономів, а й використання спеціальної дорогої сільськогосподарської техніки. Іншими недоліками є:

- суворе дотримання агрокультури (сівозміна й норми витрат гербіцидів, пестицидів та мінеральних добрив повинні підбиратися з урахуванням погодних умов, засміченості полів бур'янами, інших факторів);
- необхідність вирівнювання поверхонь з метою рівномірного розподілу насіння по полю;
- накопичення в ґрунті патогенних мікроорганізмів та шкідників, що вимагає активного застосування засобів захисту рослин;
- затримка накопичення біологічного азоту через діяльність мікроорганізмів, внаслідок чого знижується польова схожість насіння та початкові темпи росту культур.

Перспективи використання No-till в Україні.

Мінімізація обробітку ґрунту за системою No-till (рис.2) може стати хорошою альтернативою традиційним технологіям для фермерських господарств, оскільки дозволяє знизити експлуатаційні та трудові витрати на посів та догляд за культурами без втрати врожаю, а також збільшити рентабельність.



Рис. 2. Прямий посів (No-till)

Технологію прямого посіву вибирають, тому що вона зупиняє ерозію ґрунту та відновлює родючість природним способом, що неможливо зробити при традиційній системі землеробства. В Україні вже є агрокомплекси в Житомирській, Тернопільській та Кіровоградській областях, які успішно використовують спосіб безорного вирощування культур, та готові ділитися досвідом.

У технології Strip-till (рис.3) слід виділити кілька основних переваг: [3].

1. Смогова обробка ґрунту за один прохід техніки, що дозволяє заощадити приблизно 30% палива.
2. Внесення добрив на різні рівні, оптимізація живлення рослин, зниження витрати мінеральних добрив.
3. Можливість одночасно виконувати розпушування ґрунту та посів.
4. Збереження природної родючості та зниження ерозії ґрунту.
5. Зниження ущільнення ґрунту.
6. Підвищення родючості ґрунту.



Рис. 3 Прямий посів (Strip-till)

Суть технології смугової обробки це розпушування смуги ґрунту певну глибину, внесення добрив, та засів обробленої смуги культурними рослинами. Локалізація зон обробки призводить до того, що близько 2/3 (близько 70%) всього поля залишаються необробленими, а добрива зосереджуються в підкореневій зоні рослин і вносяться зазвичай раз на рік під час осіннього чи весняного розпушування. Весною в оброблену смугу можна проводити посів сівалкою точного висіву.

Висновки. Вуглецеве землеробство як відзначається у статті, є відносно новим в агропромисловому виробництві. Проте воно на даний час досить швидко впроваджується у виробництві особливо за кордоном. В основі даного землеробства є технології No-till і Strip-till. Ці технології поряд з економічними показниками мають екологічні переваги. За рахунок покриття поля залишками від рослин, а також не травмування ґрунту значно зменшують випаровуванню вуглецю в атмосферу та покращують структуру ґрунту.

Список використаних джерел

1. Крачок Л. І. Новітні технології в сільському господарстві: проблеми і перспективи впровадження. *Сталий розвиток економіки*. 2013р. №3 С. 224-231.
2. Серeda Л. П. Технологія Strip-till в рослинництві. *Зрошуване землеробство*. 2017 р. С. 104-107.

3. Серета Л. П., Труханська О. О., Швець Л. В. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології Strip-till з активними фрезами. *Вібрації в техніці і технологіях*. 2020 р. С. 21-25.

4. Серета Л. П., Ковальчук Д. А. Обґрунтування параметрів ґрунтообробного апарату для технології Strip-till. *Техніка енергетики, транспорт і АПК*. 2021р. №3(114) С. 29-40.

Роман ПАРТИКА¹²,

бакалаврант 4-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СИНХРОННОГО ДВИГУНА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

Анотація. Метою роботи є побудова математичної моделі системи керування синхронним двигуном із постійними магнітами, що забезпечує необхідні динамічні та енергетичні показники контролю якості. Відомо, що при збільшенні або зменшенні навантаження синхронного двигуна швидкість обертання валу залишається незмінною. У цьому випадку кутове положення просторового вектора зв'язку потоку ротора щодо вектора зв'язку потоку статора змінюється. В ідеальному режимі холостого ходу ці вектори збігаються в просторі, але коли навантаження прикладається до валу двигуна, вектор магнітного потоку ротора відстає від вектора магнітного потоку статора певний кут навантаження θ . Цей кут вимірюється в радіанах і обчислюється через інтеграл різниці між миттєвими значеннями швидкостей поля статора та ротора в електричному просторі, які існували у перехідному процесі, зв'язаного з зміною навантаження. Описано моделювання систем векторного управління синхронного двигуна з постійними магнітами, і їх складових.

Anotation. The aim of the work is to build a mathematical model of the control system of a synchronous motor with permanent magnets, which provides the necessary dynamic and energetic indicators of quality control. It is known that when increasing or decreasing the load of a synchronous motor, the speed of rotation of the shaft remains unchanged. In this case, the angular position of the spatial connection vector of the rotor flow relative to the connection vector of the stator flow changes. In the ideal idle mode, these vectors coincide in space, but when the load is applied to the motor shaft, the rotor magnetic flux vector lags behind the stator magnetic flux vector by a certain load angle θ . This angle is measured in radians and is calculated from the integral of the difference between the instantaneous values of the stator and rotor field velocities in the electric

^{12*}Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Гайдамак О.Л.

space that existed in the transient due to the change in load. Modeling of vector control systems of a synchronous motor with permanent magnets and their components is described.

Вступ. Синхронні двигуни з постійними магнітами (СПДМ) використовуються для високодинамічних та високоточних позиціонувань, які потребують точного відпрацювання швидкості та положення. Явно полюсні СПДМ надійніші, порівняно з неявно полюсними, завдяки розміщенню постійних магнітів в пазах обертового ротора. Така конструкція призводить до виникнення явища явно полюсності та потужної реакції ротора. Це дозволяє застосовувати двигуни в області швидкостей вищих за синхронну, однак призводить до ускладнення математичних моделей. Векторне керування в координатах ротора є найбільш типовим методом керування явно полюсними СПДМ. Для реалізації алгоритмів векторного керування явно полюсними СПДМ потрібна інформація про параметри двигуна та момент навантаження. Якщо ці параметри наперед не є відомими, тоді потрібна їх початкова ідентифікація і подальше само налаштування системи, яка визначає функцію самоідентифікації. Незважаючи на значну кількість досліджень, проблема ідентифікації параметрів явно полюсних синхронних двигунів не є повністю вирішеною навіть для процедур початкової ідентифікації. Розглядаються задачі оцінювання лише частини параметрів, для багатьох алгоритмів відсутнє теоретичне обґрунтування, а системи керування потребують вдосконалення. Одною з перспективних галузей застосування СПДМ є їх встановлення на електротранспорті.

Виклад основного матеріалу. Синхронні двигуни з постійними магнітами відрізняються тим, що на роторі є постійні магніти, які створюють захоплюючий магнітний потік. Статор цих машин схожий на АД-статор і має двох-або трифазну обмотку. При складанні математичної моделі СД ми прийнемо такі припущення [1]:

- 1) відсутнє насичення магнітопроводу, втрати в сталі, вплив зміщення струму;
- 2) симетричні обмотки статора;
- 3) індуктивність не змінюється при зміні положення ротора.

Розберемо рівняння рівноважної напруги статора СД з використанням моделі двигуна, показаної на рисунку 2.1. Розглянемо рівняння СД у системі координат (d , q), вісь d орієнтована вздовж магнітної осі ротора. Швидкість системи у просторі дорівнює синхронній швидкості $p_n\omega = \omega_{0ел}$, де p_n – число пар полюсів, ω – швидкість обертання вала двигуна. Трифазна обмотка статора замінюється двома обмотками, осі яких спрямовані вздовж координатних осей (d , q). Обмотки нерухомі щодо обертової системи координат (d , q) і характеризуються активним опором R_s та індуктивностями L_{sd} та L_{sq} . На обмотки подається напруга U_{sd} та U_{sq} , в результаті чого через них протікають струми I_{sd} та I_{sq} . Враховуючи напрямки осей координат, зв'язок потоку статора вздовж осі d Ψ_{sd} визначається струмом I_{sd} та магнітним потоком, що генерується постійними магнітами, а вздовж осі q Ψ_{sd} – тільки струмом I_{sd} . Зв'язок потоку Ψ_f може бути представлений просторовим

вектором, який є стаціонарним щодо ротора і обертається разом із ним, а отже, і з системою координат (d, q).

Таким чином, рівняння для узагальненого вектора напруги статора і вектора магнітного потоку на вісь системи координат, що обертається у формі оператора має такий вигляд:

$$\begin{aligned} U_{sd} &= R_s I_{sd} + p \Psi_{sd} - \omega_{0\text{ел}} \Psi_s \\ U_{sq} &= R_s I_{sq} + p \Psi_{sq} + \omega_{0\text{ел}} \Psi_{sd} \\ \Psi_{sd} &= L_{sd} I_{sd} + \Psi_f \\ \Psi_{sq} &= L_{sq} I_{sq} \end{aligned} \quad (1.1)$$

де R_s – опір фази обмотки статора;

L_{sd}, L_{sq} – індуктивності обмоток статора по осях d та q;

U_{sd}, U_{sq} – струми та напруги статора по осях d і q;

$\Psi_{sd}, \Psi_{sq}, \Psi_f$ – потокозчеплення осей d, q, які утворюються постійними магнітами.

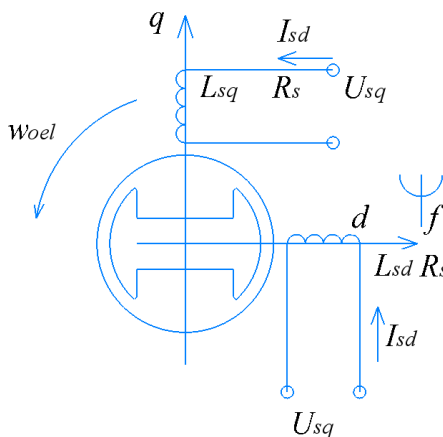


Рисунок. 1– Модель СД

Таким чином, рівняння для узагальненого вектора напруги статора і вектора магнітного потоку на вісь системи координат, що обертається у формі оператора має такий вигляд:

Рівняння моменту:

$$\begin{aligned} M &= \frac{2}{3} P_n (\Psi_{sd} I_{sq} - \Psi_{sq} I_{sd}) \\ p\omega &= \frac{1}{J} (M - M_c - \beta\omega) \end{aligned} \quad (1.2)$$

де J – момент інерції, створюваний у роторі, M, M_c – моменти електромагніту та опору, β – коефіцієнт демпфування. Підставивши рівняння для потокозчеплень у рівняння вектора напруг, запишемо рівняння (1.1) і (1.2) щодо струмів I_d та I_q :

$$\begin{aligned} p I_{sd} &= \frac{1}{L_{sd}} (U_{sd} - R_s I_{sd} + \omega_{0\text{ел}} L_{sq} I_{sq}) \\ p I_{sq} &= \frac{1}{L_{sq}} (U_{sq} - R_s I_{sq} - \omega_{0\text{ел}} L_{sd} I_{sd} - \omega_{0\text{ел}} \Psi_f) \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$M = \frac{2}{3} P_n (\Psi_f I_{sd} + (L_{sd} - L_{sq}) I_{sd} I_{sq})$$

$$p\omega = \frac{1}{J} (M - M_c - \beta\omega)$$

На підставі математичної моделі СД, що описана системою рівнянь (1.3) будуюмо структурну схему, показану рисунку 2.

Відомо, що при збільшенні або зменшенні навантаження СД швидкість залишається незмінною. У цьому випадку кутове положення просторового вектора зв'язку потоку ротора щодо вектора зв'язку потоку статора змінюється.

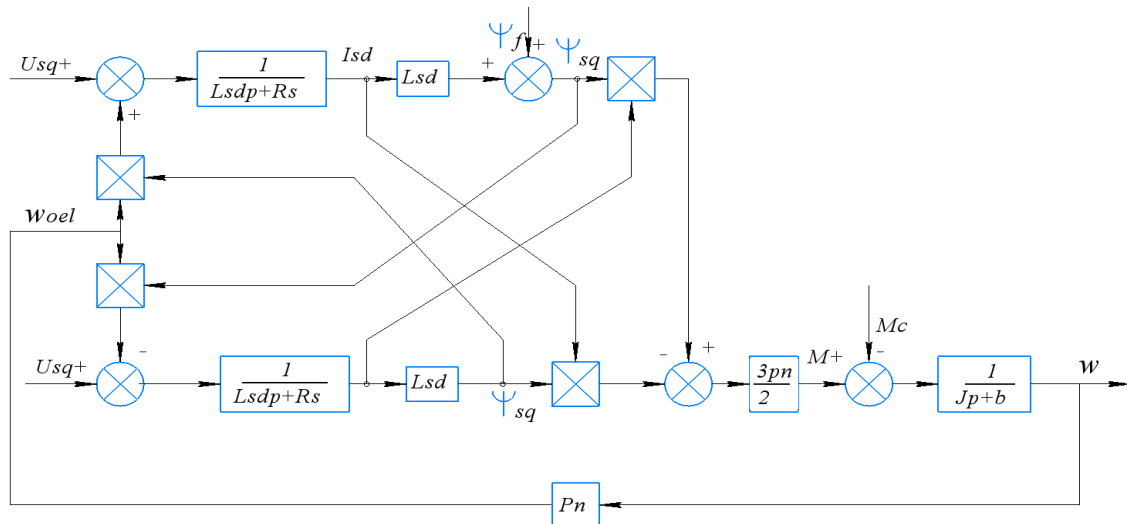


Рисунок 2 - Структурна схема СД

В ідеальному режимі холостого ходу ці вектори збігаються в просторі, але коли навантаження прикладається до валу двигуна, вектор магнітного потоку ротора відстає від вектора магнітного потоку статора певний кут навантаження θ . Цей кут вимірюється в радіанах і обчислюється через інтеграл різниці між миттєвими значеннями швидкостей поля статора та ротора в електричному просторі, які існували у перехідному процесі, зв'язаного з зміною навантаження.

Рівняння виглядає:

$$\theta = \frac{\omega_{oel} - \omega_{pn}}{p} \quad (1.4)$$

По-перше, крутний момент двигуна збільшується зі збільшенням кута навантаження. У той момент, коли кут досягає 90° , момент досягає свого максимуму. Зі збільшенням кута навантаження, тобто двигун перевантажується, відповідний момент зменшується і двигун входить у зону нестабільної роботи, що призводить до зупинки двигуна. Це показано у кутовій характеристиці, на рисунку 2.3, де: $M_{\max}$ – максимальний момент, M_n та θ_n – номінальний момент та кут навантаження.

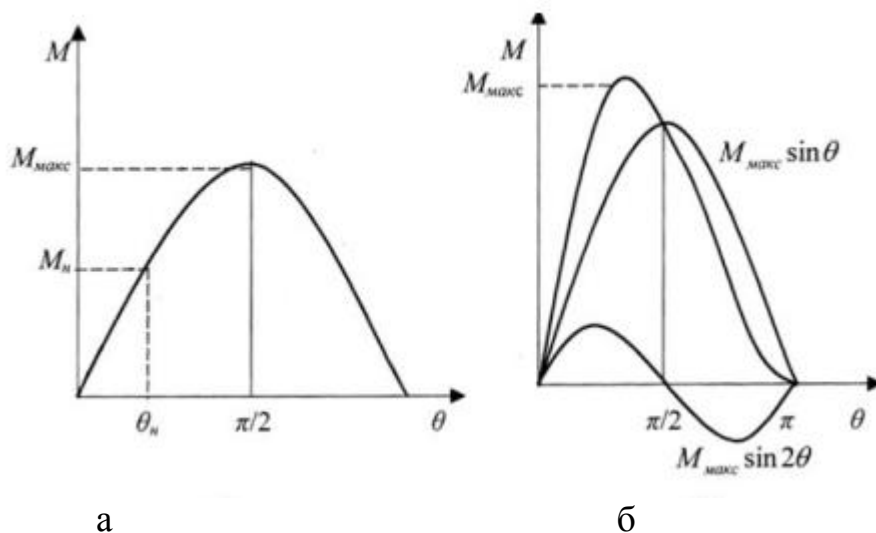


Рисунок 2.3 – Кутова характеристика СД. а – неявнополюсного СДПМ, б – явнополюсного двигуна.

Для неявно полюсного двигуна кутовий відгук описується у вигляді синусоїдальної залежності. Якщо двигун явно полюсний, то момент викликаний полем ротора, призводить до появи реактивного моменту, який пропорційний $\sin 2\theta$ та спотворює форму кривої.

Висновки. 1. СД – перспективний двигун, який використовується в системах промислової автоматизації, роботах та маніпуляторах, приводах подачі та основних рухах металорізальних верстатів, координатних пристроях, точних системах стеження та наведення, в тягових електроприводах, рульовому управлінні літальних апаратів та підводних апаратів. приводи, електромеханічні пристрої автомобілів у побутовій техніці. СД також активно поширюється у районах, де традиційно використовувалися ДПТ чи АТ.

2. У зв'язку з поширенням СДПМ також розробляють його алгоритми керування. Можна виділити основні напрямки:

- Точність розробки програмного завдання;
- відсутність чутливості до невизначених параметрів СД;
- збільшення діапазону управління у напрямку до низьких швидкостей;
- використання бездатчикових алгоритмів, що призводить до підвищення надійності приводу;
- легкість алгоритмів з погляду обчислювального навантаження, оскільки простіші алгоритми забезпечують більш короткий час обчислення та більш коротку затримку в управлінні, що дозволяє використовувати ще дешевші мікропроцесори, що дозволяє мінімізувати енергоспоживання.

Список використаних джерел

1. Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 387 с.
2. Полфунтиков Е.Ю. Тяговый двигатель с постоянными магнитами. *Сборник научных трудов НГТУ*. 2009, № 2(56). С. 141–146.

3. Видмиш А.А., Бабій С. М., Петрусь В.В. Теорія електропривода. Курсове та дипломне проектування. Самостійна та індивідуальна робота студентів: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2012. 96 с.

4. Корельский В.А., Потапенко Е.М., Васильева Е.В. Обзор современных методов управления синхронными двигателями с постоянными магнитами. *Радиоэлектроника. Информатика. Управление*, 2001. №2, С. 155-159.

5. Безрученко В. М., Варченко В. К., Чумак В. В. Тягові електричні машини електрорухомого складу: навч. Посіб. Видавництво Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. ак. В. Лазаряна, 2003. 252с.

Владислав МЕЛЬНИК¹²,

студент 3-ого курсу,

інженерно-технологічного факультету,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

АГРЕГАТИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ CULTAN

Анотація. У статті розглянуті питання застосування сучасних та ефективних методів внесення мінеральних добрив. Визначено перевагу внесення добрив у рідкій формі. Розглянуто особливості технічної реалізації методу внесення рідких добрив за технологією CULTAN та наведено принципову схему локального внесення рідких добрив механізації шляхом використання інжекторного колеса. Наведені приклади конструктивного виконання навісних, причіпних агрегатів вітчизняного та іноземного виробництва інжекторного типу внесення рідких добрив і їх технічні характеристики.

Anotation. The article considers the application of modern and effective methods of mineral fertilizers. The advantage of applying fertilizers in liquid form is determined. The peculiarities of technical implementation of the method of liquid fertilizer application by CULTAN technology are considered and the basic scheme of local application of liquid mechanization fertilizers by using an injector wheel is given. Examples of constructive execution of mounted, trailer units of domestic and foreign production of injector type of liquid fertilizers application and their technical characteristics are given.

Вступ. Сучасні агротехнології вирощування сільськогосподарських культур не можливі без виконання операції внесення мінеральних добрив. Якість виконання даної операції впливає на показники врожайності, собівартості, екологічності та якості продукції. В умовах військового стану, обмежених ресурсів

^{12*}Науковий керівник: канд. тех. наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ВНАУ Гунько І.В.

та матеріального забезпечення особливо актуальними є сучасні ефективні методи внесення добрив.

Одними з найбільш перспективних є рідкі мінеральні добрива, які поліпшують зростання й розвиток рослин і особливо доречно за використання в посушливих районах півдня України. В Україні вже добрих 10 років відбувається зміщення кліматичного поясу, що супроводжується посухою, яка відбивається на врожайності. Разом з тим щороку спостерігається удорожчання добрив, що потребує максимально ефективного внесення. На відмінну від гранульованих добрив, рідкі швидко всмоктуються ґрунтами й просочуються у всі його шари, а отже, швидше й повніше споживаються рослинами. Усі процеси, пов'язані з доставкою, зберіганням і внесенням рідких добрив технологічно безпечні, а також не допускають контакту працівників із добривом (на противагу застосуванню гранульованих твердих форм, пересипання яких призводить до появи великої кількості пилу, від якого потрібно захищати органи дихання). Крім того під час зберігання немає ризику їхнього злежування і втрати цінних властивостей, так як робоча рідина зберігається в герметичній тарі.

Особливо важливим є технічне виконання операції внесення рідких добрив. Сьогодні все більшого поширення серед виробників сільськогосподарської продукції набуває метод локального ін'єкційного внесення. Назва цієї технології походить від перших букв англійського виразу «Controlled Uptake Long Term Nutrition», що в перекладі означає: «контрольоване засвоєння під час тривалого підживлення».

Виклад основного матеріалу. Рідкі мінеральні добрива давно себе зарекомендували, як один з найкращих методів внесення. Перед тим, як запроваджувати внесення рідких мінеральних добрив на підприємстві слід впевнитися чи є сучасні та ефективні засоби для застосування такого методу внесення. Для того щоб ефективно використовувати рідкі добрива винайшли технологію CULTAN і ввели в виробництво такі інжекторні (ін'єкційні) машини, як причіпні та навісні аплікатори.

Технологію інжекторного внесення добрив вперше продемонстрували в Боннському університеті, що в Німеччині ще в кінці 1960 років. Землевпорядник Карл Зоммер, автор ідеї, використовував його для підживлення пасовищ, зернових та просапних культур, овочів та навіть винограду. На сьогодні німці мають цілий завод Güstrower, який виготовляє машини для внесення рідких добрив інжекторним способом. Після внесення рідких добрив методом CULTAN не потрібен час і волога на перетворення їх на доступну форму споживання рослиною, і коренева система відразу може поглинати поживні речовини в доступній формі.

Очевидною перевагою цієї технології є її безпечність для культури — вона не завдає опіків рослинам, які можуть виникнути під час внесення інших видів підживлення. Ця перевага обумовлена особливістю вегетації та фазою росту рослин, погодними умовами, нормою внесення добрив, адже під час внесення добрив за цією технологією не відбувається їхнього контакту з рослиною, а речовина потрапляє безпосередньо до кореневої системи. Також, завдяки цій

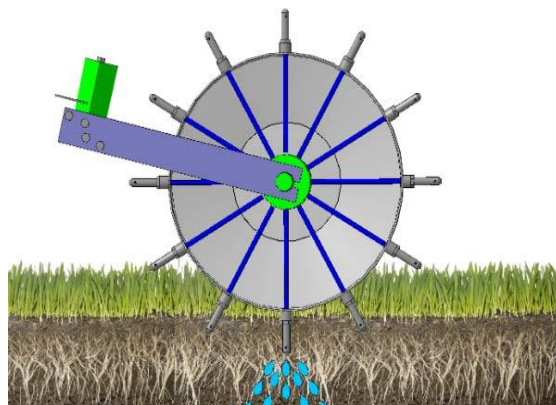
технології, внесення добрива не випаровується та забезпечує рослини добривами впродовж усього вегетаційного періоду.

Внесення добрив за допомогою інжекторної техніки дає можливість економити близько 20% добрив, її можна встановлювати на наявні в господарстві машини, що мають ємності для рідини. Тож тепер є можливість працювати за новими технологіями - із сенсорами й технологічними картами, економлячи добрива та кошти. А зекономлені кошти стануть вагомою складовою прибутку господарства.

В основі методу є наявність аплікатору, який дає змогу, як вносити добрива під час посіву культур, так і використовувати для кореневого підживлення у критичні періоди. Як працює інжекторний аплікатор? На рис. 1 наведено вид секції робочих коліс (а) та принципову схему роботи (б) аплікатора. З рисунка видно, що до металевої рами прикріплюються ін'єкційні колеса відповідно до необхідної відстані між рядками. Кожне колесо оснащено голками, через які і відбувається вприскування добрив (під тиском 3-5 атм.) на глибину 6-8 см. У результаті ми отримуємо рівномірне внесення речовини через кожні 13 см. Відстань між рядками – від 25 см, її можна збільшувати за рахунок переміщення коліс.



а



б

Рис.1 Ін'єкційний аплікатор: а- вид робочого колеса; б - схема робочого процесу

Таким чином до переваг технології CULTAN можна ще віднести наступне: внесення рідких мінеральних добрив в ґрунт або кореневе підживлення дозволяє значно підвищити дію речовини на розвиток рослин; особливо рідкі добрива легко поступають до коренів, посилюючи ріс рослин, що поліпшує засвоєння поживних речовин і мікроелементів і більш міцне стебло; можливе використання інших поживних речовин (сірка фосфат, вуглець); висока точність внесення добрив навіть при високих дозах; продовження дії рідини за рахунок утворення умовної капсули, яка поступово віддає поживні речовини.

Розглянемо приклади діючих машин для внесення рідких добрив за технологією CULTAN. Аналіз конструкцій яких показав, що незважаючи на те, що виробники інжекторних машин і, відповідно, технічне виконання різні, принцип їхньої роботи - подібний. Він полягає в тому, що який би не був агрегат - чи

причіпний, чи навісний, - робочі органи в нього є інжекторними колесами, що виготовлені з нержавіючої сталі чи алюмінію.

Ці машини можуть працювати на полях із великою кількістю пожнивних решток - останні не впливатимуть на проникнення голки вприскування на певну робочу глибину.

На рис. 2-5 показані машини і аплікатори інжекторного внесення рідких добрив та надані їх технічні характеристики.

Вітчизняне підприємство «Агрореммаш Плюс» пропонує аграріям навісні та причіпні інжекторні підживлювачі, які мають ширину захвату від 1 до 12 м та комплектуються баками для рідких добрив об'ємом від 600 до 3000 л. Машини агрегатуються з тракторами потужністю 80–100 к. с.



Рис. 2. Навісний ін'єкційний підживлювач виробництва «Агрореммаш Плюс» (м. Кропивницький, Україна)

Ін'єкційна машина (рис.2) має раму, що виготовлена з прямокутної профільної труби, на якій розташовані робочі органи (ін'єкційні колеса) та встановлено бак. Подавання робочої рідини забезпечує відцентровий насос фірми «Нурго», який розташований на ВВП машини. Забезпечення робочої функціональності та контролю витрати робочої рідини відбувається за допомогою пульта управління фірми «МахіМарін». Так, робоча рідина в потрібній кількості надходить тільки до тих голок унесення, котрі перебувають у поточний момент безпосередньо в ґрунті. Насос подає рідину через контрольну панель норми внесення магістралями до фітинга робочого органу. Під час обертання диска канали маточини, які перебувають у робочому положенні, збігаються з отвором, що відкриває доступ рідини до голки, яка міститься на глибині внесення добрива.

Перспективною розробкою вітчизняного підприємства ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка» (рис.3) є підживлювач для внесення рідких добрив ПЖУ-5000-01, завдяки якому відбувається внесення рідких добрив ін'єкційним методом. Машина напівпричіпна, має раму, на якій змонтовані робочі органи. Робоча ширина становить 10–12 м, об'єм бака - 5000 л. Унесення рідких добрив у ґрунт забезпечується за допомогою інжекторного робочого органу.



Рис.3. Підживлювач для внесення рідких добрив ПЖУ-5000-01 (м.Богуслав, Україна)

Агрегатується з тракторами потужністю 170 к. с. Підживлювач має механічний регулятор, котрий направляє подавання рідини на його секції, а зайву її кількість спрямовує назад у бак. Машина оснащена комп'ютером, за допомогою якого можна контролювати норму внесення (л/га). Рідину подає мембранно-поршневий насос італійської фірми «Annovi Reverberi». Привід насоса - від привідного колеса. Надходження робочої рідини відбувається через ротаметри, на яких закріплені форсунки з каліброваними отворами (шайба-дозатор).

На полях України працюють машини напівпричіпного типу компанії Dupont BV (Голландія), представлено на рис.4. Складається така машина з бочки для рідких добрив, яка виготовлена зі спеціального поліетилену або нержавіючої сталі (об'ємом 5000, 6000 або 8500 л).



Рис.4. Підживлювач від компанії Dupont BV (Голландія)

За бочкою розташована рама, на якій встановлено ін'єкційні колеса. Ширина захвату може становити від 2,3 до 15,5 м. Агрегатується машина з тракторами потужністю до 200 к. с. Ін'єкційні колеса обладнані робочими голками з

нержавіючої сталі завдовжки 8 см. Вони прикручені до колеса й мають наконечник, виготовлений з карбіду. Колеса розташовані на відстані 25 см одне від одного, з поздовжньою відстанню між рядами 16 см.

Машина комплектується одним або двома мембранно-поршневими насосами, які забезпечують швидкість подавання рідини 250 л/хв, що гарантує норму внесення від 150 до 1800 л/га. Насос приводиться в дію від ВВП трактора.

На рис. 5 представлена машина «КУЛТАН» (CULTAN) від німецького виробника. Güstrower. Агрегати пропонуються із шириною захвату 3, 6, 12 і 15 м.

Інжекторні колеса виготовляються з алюмінію та нержавіючої сталі й оснащуються 12-ма металевими спицями, які вприскують у ґрунт рідкі мінеральні добрива. Колеса встановлені на підвісці й можуть відхилятися вгору та вбік за наявності перешкод. Голки (спиці) вироблені з твердого сплаву і мають ресурс за робочої ширини 12–18 м до 2000 га, залежно від ґрунтів. Форсунка агрегату захищена від засмічування і забивання навіть на доволі липких ґрунтах та забезпечують тиск системи від 1,5 до 8 бар.



Рис.5. Підживлювач від компанії Güstrower (Німеччина)

В інжекторі регульовальний пристрій адаптує кількість добрива до різних робочих швидкостей. «КУЛТАН» здатний працювати зі швидкістю приблизно 10 км/год. Комп'ютер пристрою контролює кількість добрив та дозволяє норми внесення від 50 до 3000 л/га чітко й стабільно навіть за змін швидкості руху інжектора полем.

Висновки. Технологія CULTAN, або інжекторне (ін'єкційне) підживлення», набуває досить широкої популярності як серед фермерів, так і у великих агрохолдингах. Завдяки цьому методу забезпечується чудова рівномірність розподілу мінеральних добрив полем. Коренева система рослини активніше розвивається, рослина стає стійкішою до посухи. Наявність мінеральних добрив біля коріння рослин забезпечує її поживними речовинами протягом усього вегетаційного періоду. Під час внесення рідких мінеральних добрив не відбувається опіків рослин, значно зменшуються втрати діючої речовини, порівняно з поверхневим унесенням добрив, а це означає, що можна відчутно

зменшити обсяги внесеного добрива та, завдяки економії, збільшити прибутки господарства.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. К.: Каравела, 2015. 552 с.
2. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. К. : ІПТО НАПН України, 2015. – 291 с.
3. Пришляк В.М., Ковальчук О.В., Яропуд В.М. Робочі процеси сільськогосподарських машин. Машини для обробки ґрунту, посіву, догляду за рослинами. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» денної форми навчання. – Вінниця: ВНАУ, 2017. 76 с.
4. Напівпричіпні обприскувачі: порівняння конструкції та якісних характеристик. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/napivprichipni-obpriskuvachi-porivnyannya-konstrukciyi-ta-yakisnih-harakteristik>
5. Підгодівля коренів по новому. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/15583-inzheksiia-pidhodivlia-koreniv-ponovomu.html>

Микола БОНДАРЕНКО¹⁴,

студент 3-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВО – РОЗПОДІЛЬЧОЇ СИСТЕМИ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ

***Анотація.** При нерівномірному посіві втрачається велика кількість посівної сировини, за для цього було досліджено відцентрову розподільну систему відцентрової пневматичної сівалки. Під час дослідження було виявлено, що система пневматичної сівалки є найбільш перспективним напрямком розвитку посівних машин. Для підвищення якісних показників роботи пневматичної зернової сівалки потрібне використання відцентрової розподільчої системи.*

***Ключові слова:** насіння, сівалка, точний висів, відцентрові сили, оптимізація.*

***Annotation.** In case of uneven sowing, a large amount of sowing raw material is lost, for this purpose the centrifugal distribution system of the centrifugal pneumatic seed drill was investigated. During the study it was found that the pneumatic seed drill system*

^{14*}Науковий керівник: асистент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Дідик А.М.

is the most promising area of development of sowing machines. The use of a centrifugal distribution system is required to improve the quality of the pneumatic grain drill.

Key words: seeds, seeder, precision sowing, centrifugal forces, optimization.

Вступ. Підвищення врожайності озимої пшениці - системна задача, яка виконується за рахунок виведення нових високоврожайних сортів, розробки нових технологій обробітку, застосування добрив. Серед цих чинників важливе місце займає розробка сучасних посівних машин, здатних на більш високому якісному рівні проводити посів. При незмінних посівних площах збільшення виробництва зерна можливо за рахунок підвищення врожайності і зниження його втрат при посіві і збиранні. Найбільш перспективними є пневматичні зернові сівалки, які за рахунок одного загального бункера і пневматичної розподільчої системи дозволяють знизити витрати праці до 30% і збільшити продуктивність посівного агрегату до 25%.

Однак, незважаючи на всі переваги, пневматичні зернові сівалки не завжди забезпечують якісний розподіл посівного матеріалу по насіннєпроводу. Удосконалення конструкцій пневматичних зернових сівалок неможливо без теоретичного обґрунтування процесу розподілу насіння між насіннєпроводами і відцентровою розподільною системою, що вимагає розробки математичної моделі руху насіння.

Виклад основного матеріалу. Відцентровий розподільник насіння пневматичної зернової сівалки складається з камери 1 в формі тіла обертання з опуклим дном 2, двох підвідних патрубків 3 симетрично повідомлених по тангенціальній з її верхньою частиною і відвідних патрубків 5 з'єднаних з кільцевою ділянкою дна (рис. 1).

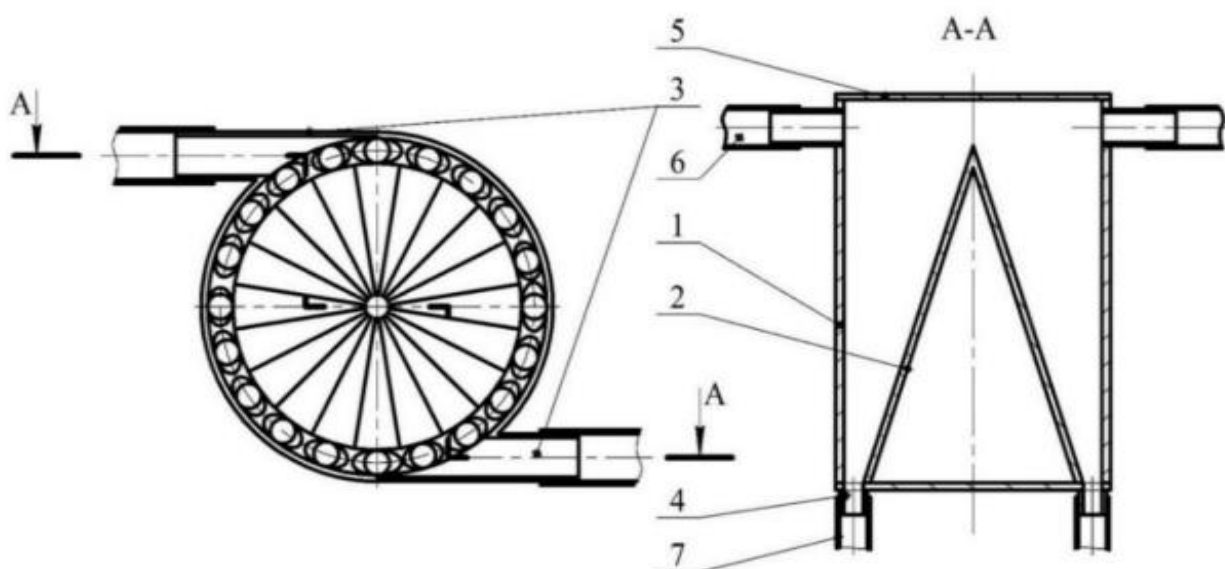


Рис. 1 - Схема відцентрового розподільника насіння

1 - камера; 2 - опукле дно; 3 - підводять патрубки; 4 - відводять патрубки; 5 - кришка; 6 - підвідний пневмопривід; 7 - насіннєпровід

Відцентровий розподільник насіння зернової пневматичної сівалки працює наступним чином. Насіння з двох пневмопроводів 6 через підвідні патрубки 3 надходять камеру 1, під впливом відцентрової сили вони 35 залучаються під обертальної рух навколо осі розподільника. Осідаючи на дно розподільника, насіння потрапляють відводять патрубки 4, звідки відцентровий розподільник насіння зернової пневматичної сівалки працює наступним чином. Насіння з двох пневмопроводів 6 через підвідні патрубки 3 надходять камеру 1, під впливом відцентрової сили вони направляються в сошники. На нерівномірність розподілу насіння пневматичної зернової сівалкою в значній мірі надає рівномірність розподілу насіння в перерізі підвідних патрубків. Так як конструкція відцентрового розподільника насіння містить два підвідних патрубків (рис.2.), то в конструкції пневматичної зернової пневматичної сівалки є ділити потоку 4, перед яким встановлений турбулізатор 3 дозволяє рівномірно розподілити насіння в перерізі підвідних патрубків. На (Рис.2.) представлена конструктивна схема пневматичної зернової сівалки з відцентрової розподільної системою, яка працює в такий спосіб.

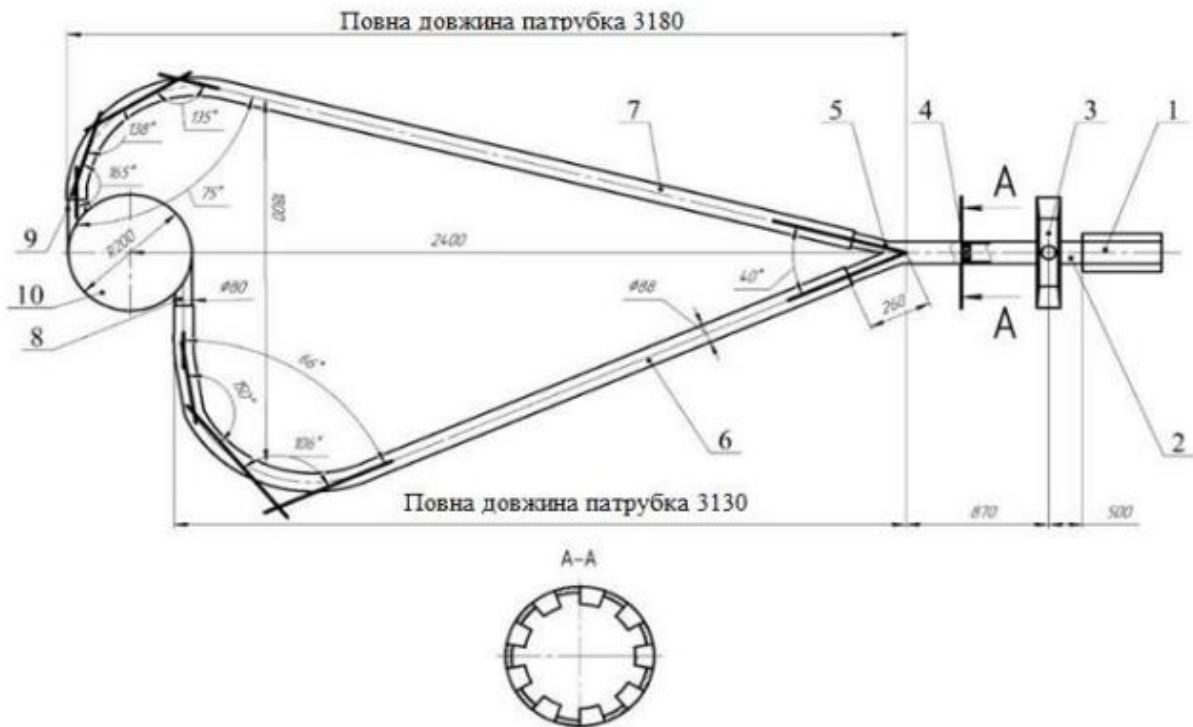


Рис. 2 - Схема відцентрової розподільчої системи зернової сівалки.

1 - вентилятор; 2 - основний пневмопрод; 3 - бункер з дозуючою системою; 4 - Турбулізатор; 5 - дільник потоку; 6 і 7 - матеріалопроводи; 8 і 9 - підводять патрубки; 10 - відцентровий розподільник

При математичному моделюванні процесу руху насіння в відцентровій розподільчій системі пневматичної зернової сівалки були прийняті наступні допущення:

- 1) Окреме взяте зерно (частка А) будемо розглядати як матеріальну точку з фіксованою масою m_c сферичної форми радіусом R_c ;
- 2) При русі частинки А в відцентровій розподільчій системі не відбувається

її взаємодії з іншими зернами;

3) Частинки рухаються в повітряному потоці і не стикаються зі стінками розподільника, між ними не виникають сили тертя;

4) Щільність, швидкість і спрямованість повітряного потоку не змінюються;

5) Швидкість частинок приймаємо рівною швидкості повітряного потоку;

6) Кут, під яким частка А опускається вниз, постійний.

Рух частинки в відцентровому розподільнику насіння пневматичної зернової сівалки описується методом Лагранжа в нерухомій системі координат вираженою системою рівнянь. Розглянемо рух окремо взятої частинки А в відцентровій розподільчій системі, яка обертається за годинниковою стрілкою з кутовою швидкістю ω , при цьому опускаючись вниз відносно осі z (рисунк 3).

Для математичного опису зернівки в розподільнику насіння розташуємо її в декартових координатах так, щоб напрямок осі OX збігалося з напрямком швидкості точки А при вході в розподільник, а вісь OZ була співвісною з віссю камери та направлена вниз.

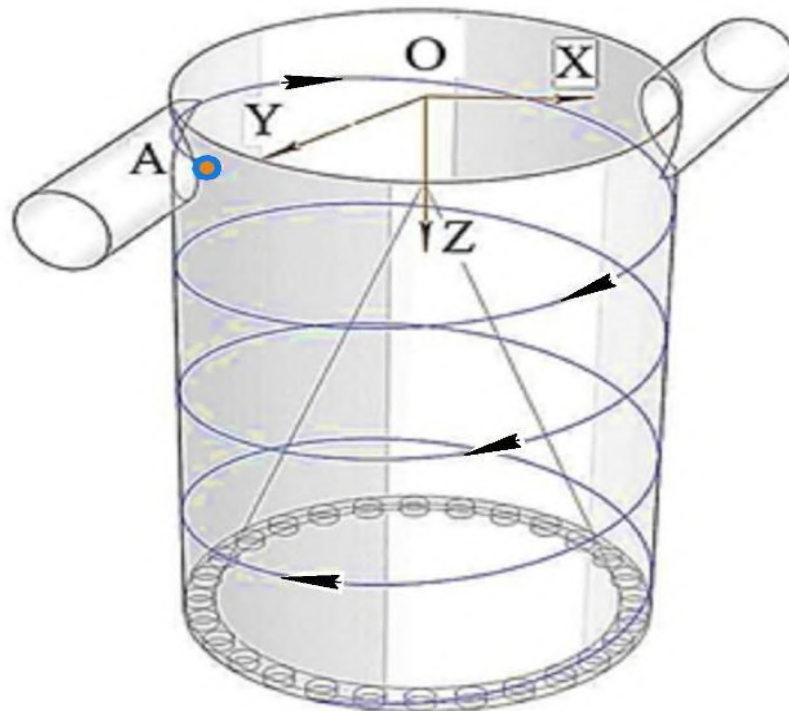


Рис. 3 - Схема траєкторії руху зернівки в відцентровому розподільнику насіння

При визначенні траєкторій руху насіння в відцентровому розподільнику розглядали частки на виході з одного підводить одного патрубку. Рух насіння з протилежного патрубку не розглядали з огляду на те, що воно буде відбуватися при таких же умовах, іншими будуть тільки початкові координати X і Y частинок.

Для аналізу траєкторій руху насіння, розташували п'ять частинок в місці зчленування підвідного патрубку і в камери відцентрового розподільника (рисунк 4). Для спрощення математичної моделі будемо вважати, що насіння з усіх п'яти точок відразу залучаються в обертальний рух уздовж стінок камери розподільника,

опускаючись до відводить патрубкам.

Проаналізуємо сили, що діють на насіння в відцентровому розподільнику. Тангенціальна складова рушійною аеродинамічної сили визначається виразом:

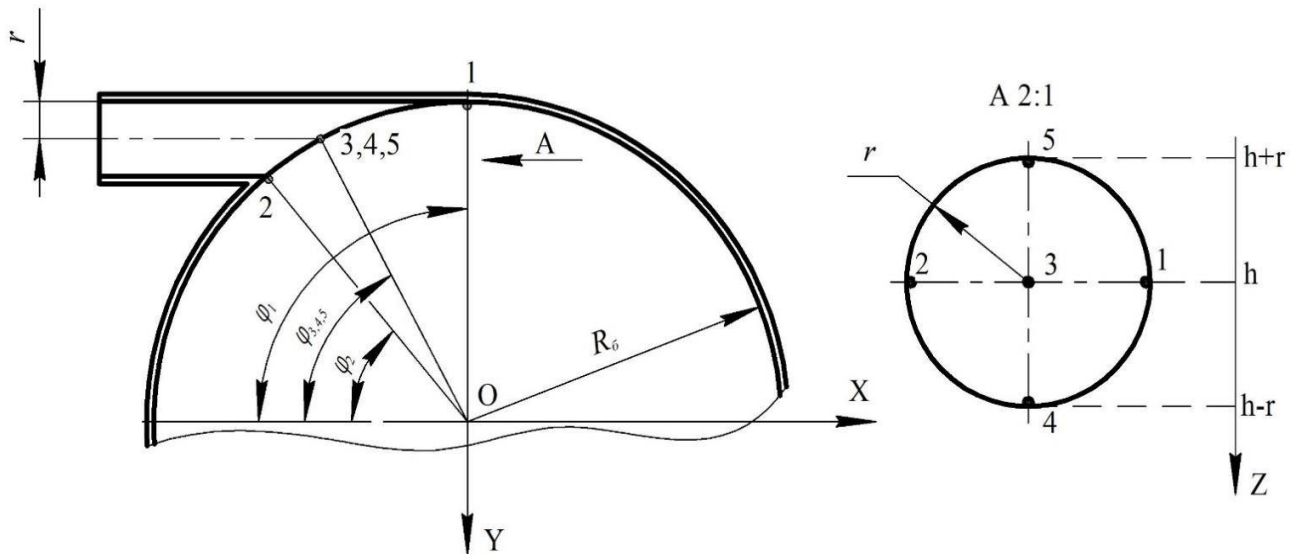
$$F_A^t = C_c S_c \rho_v \frac{u_v^2}{2} \quad (1)$$

де C_c - коефіцієнт аеродинамічного опору частинки;

ρ_v - щільність повітря, кг / м³;

u_v - швидкість повітря, м / с;

S_c - площа миделевого перетину частинки, м².



$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_{3,4,5}$ - кутова координата насіння щодо осей XY; h - висота розподільника по осі Z, r - радіус підвідного патрубка;

R_0 - радіус розподільника; 1, 2, 3, 4, 5 - номер частинки, розташованої в зчленуванні підвідного патрубка і камери відцентрового розподільника

Рис. 4 - Схема початкових координат, аналізованих п'яти частинок

Площа миделевого перетину частинки визначається виразом :

$$S_c = \frac{3m_c}{4R_c\rho_c} \quad (2)$$

де m_c - маса окремо взятого насіння, кг; R_c - радіус окремо взятого насіння, м;

ρ_c - щільність насіння, кг / м³.

У рівняннях, що описують траєкторії руху насіння в відцентровій розподільчій системі зернової пневматичної сівалки були підставлені значення кутів і коефіцієнтів. Для аналізу характеру руху частинки А в відцентровій розподільчій системі зернової пневматичної сівалки при різних параметрах (таблиця 1) в систему рівнянь були підставлені значення початкових кутів і коефіцієнтів, що варіюються, величинами.

Таблиця 1

Параметри відцентрового розподільника

Параметр	Значення
Радіус розподільника R_6 , м	0,15...0,25
Радіус підвідного патрубку r , м	0,04
Щільність повітря ρ_v , кг/м ³	1,22
Питома щільність насіння ρ_c , кг/м ³	800
Початковий кут між напрямком абсолютної швидкості точки А і площиною OXZ β_0 , радіан,	0
Кут між напрямком абсолютної швидкості точки А і площиною OXZ β_0 , радіан,	0,122
Кутова координата точки 1 φ_1 , рад.	1,571
Кутова координата точки 2 φ_2 , рад.	0,486...0,823
Кутова координата точок 3,4 і 5 $\varphi_{3,4,5}$ рад.	0,823...1,048
Висота розподільника h , м	0.8
Швидкість руху насіння u , м/с	5...15
Початковий кут α_0 між напрямком абсолютної швидкості частинки А і площиною;	0
Еквівалентний радіус насіння r_c , м	0,0019
Коефіцієнт аеродинамічного опору частки C_c	0,21

Висновки. Пневматичні зернові сівалки є найбільш перспективним напрямком розвитку окремо агрегатних посівних машин. Для підвищення якісних показників роботи пневматичних зернових сівалок необхідно в їх конструкціях використовувати відцентрові розподільні системи.

Отримано теоретичні залежності, що описують траєкторію руху, швидкість і прискорення насіння при різних параметрах і режимах роботи відцентрової розподільчої системи пневматичної зернової сівалки.

Список використаних джерел

1. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2016. № 3. С. 6-12.
2. Солоня О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 71–76.
3. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. Збірник наукових праць ВНАУ: Вінниця, 2011. Т1 (65). С.8-18.
4. Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.П. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О. 2015. 448 с.
5. Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.

6. Spirin A., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Increasing the reliability of agricultural machinery work. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Технічні науки». Випуск 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва», 2019. С 86–90.

Владислав ХРИЩЕНЮК¹⁵,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗЕРНОСУШАРКА З КОЛИВАЛЬНИМ ТРАНСПОРТУЮЧИМ ОРГАНОМ

***Анотація.** Розглянута пропозиція поширення вібротранспортуючих машин на виробництві, у зв'язку з їх суттєвими перевагами над іншими видами транспортуючих машин. Встановлено, що перспектива заміни є невідкладною на сучасному етапі. Розглянуті пропозиції щодо створення нових конструкцій вібротранспортерів з раціональними режимами й параметрами роботи.*

***Anotation.** The proposal of distribution of vibrotransporting machines on production, in connection with their essential advantages over other types of transporting machines is considered. It is established that the prospect of replacement is urgent at the present stage and considered proposals for the creation of new designs of vibrating conveyors with rational modes and operating parameters.*

Вступ. Протягом усіх часів найважливішим завданням сільського господарства є забезпечення країни зерном та збереження його у високоякісному стані. Тривале зберігання зерна без втрат його якісних показників є важливим завданням сільськогосподарських підприємств. Для забезпечення нормального зберігання зерна його вологість не повинна перевищувати у середньому 14 %.

Про необхідність сушіння свіжоприбраного врожаю говорить той факт, що зі збільшенням вмісту вологи в зерні зростають труднощі його збереження. Єдиним способом збереження зерна від усіх негативних факторів є сушіння, яке не тільки призупиняє подальше його розкладання, а й повністю запобігає всім негативним наслідкам, які знижують насіннєві та продовольчі якості зерна.

В даний час застосовують різні способи видалення надлишкової вологи із зерна. Одним із найбільш використовуваних способів є конвективний.

Найважливішим та найактуальнішим науково-технічним завданням є розробка та удосконалення енерго- та ресурсозберігаючих технічних засобів для сушіння

¹⁵*Науковий керівник: асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Омелянов О.М.

зерна, що забезпечують при цьому необхідну якість оброблюваного матеріалу на виході за встановленої пропускної спроможності.

У зв'язку з вищесказаним виникає необхідність у створенні нових та удосконаленні існуючих конструкцій вібротранспортерів з раціональними режимами та параметрами роботи.

Виклад основного матеріалу. Існуючі пристрої сушіння мають ряд недоліків. У зв'язку з цим необхідне удосконалення пристрою для сушіння зерна, за рахунок якого стане можливо знизити рівень енерговитрат, а також покращити рівномірність обробки та якісні властивості зерна у процесі видалення надлишкової вологи при заданій пропускній здатності. Найбільш раціональним способом для застосування зерносушарки, який дозволить дотриматися всіх зазначених вище умов, є контактний [1,2,5,6,7].

Застосування зазначеного способу найбільш раціонально у запропонованому пристрої для сушіння зерна (рис. 1) [5].

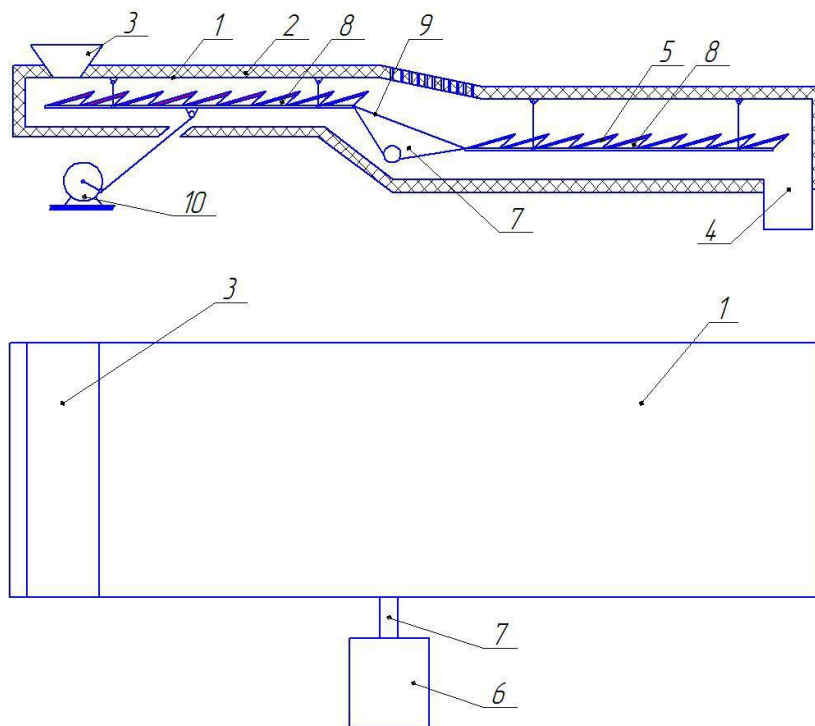


Рис. 1. Пристрій для сушіння зерна

Його особливістю є використання коливального транспортуючого робочого органу, завдяки якому здійснюється постійне переміщення зерна по нагрітій поверхні, що сприяє підвищенню якості сушіння.

На рис.1 зображено загальний вигляд пристрою. Він включає кожух 1, поверхня якого покрита шаром теплоізолюючого матеріалу 2. Всередині кожуха розташований транспортуючий робочий орган (ТРО) 8, виконаний у вигляді короба зі ступінчастою поверхнею та можливістю надання йому коливань. Коливання у свою чергу передаються за допомогою приводу 10. ТРО виконаний багатосекційним, причому секції розташовані послідовно один за одним таким чином, що кожна наступна секція встановлена нижче попередньої. Між секціями ТРО встановлена скатна дошка 9, виконана перфорованою. Розмір отворів скатної

дошки вибирається у мінімального розміру зерна. Крім цього, перфорацію виконують у верхній частині кожуха, що знаходиться над скатною дошкою. З нижньої сторони скатної дошки 9 підведений повітропровід 7, через який подається повітря за допомогою вентилятора 6. Нагрів робочої поверхні ТРО здійснюється за допомогою нагрівальних елементів 5, які розташовані в нижній її частині. Подачу зерна проводять через завантажувальний бункер 3, розташований на початку першої секції ТРО, яке вивантаження через розвантажувальне вікно 4.

Робота пристрою відбувається наступним чином. Насамперед необхідно включити нагрівальні елементи пристрою для нагрівання робочої поверхні ТРО до необхідної температури. Після цього включають привід, який надає руху ТРО, та вентилятор. Вологе зерно засипають у завантажувальний бункер, після чого висипають на 1-у секцію ТРО, за рахунок якого продукт, що обробляється, рухається до розвантажувального вікна. Маючи контакт із нагрітою поверхнею 1-ої секції ТРО, зерно також підвищує температурне значення, втрачає надлишки вологи. Потім нагріте зерно з першої секції ТРО падає на скатну дошку, де, переміщуючись, втрачає частину вологи при його охолодженні повітряним потоком, створюваним вентилятором та спрямовується ним у повітропровід. Повітряний потік проходить через шар зерна, що знаходиться на скатній дошці, до верхньої перфорованої частини кожуха, через яку зволожене повітря видаляється зовні. Охолоджене та частково висушене зерно надходить на нагріту поверхню другої секції ТРО, де повторно нагрівається під час руху у напрямку вивантажувального вікна. При цьому зерно досушується до кондиційної вологості та в кінці останнього циклу сушіння видаляється з пристрою через розвантажувальне вікно.

Для того, щоб було можливим сушити інші культури, регулюють температуру нагрівання поверхонь секцій ТРО за допомогою нагрівальних елементів з метою уникнути локального перегріву оброблюваного матеріалу. Крім того, зазначеної мети можна досягти за допомогою зміни частоти коливань ТРО та швидкості повітряного потоку, що проходить через перфоровану скатну дошку.

Застосування запропонованого пристрою забезпечить необхідну якість сушіння зерна за його підвищеної початкової вологості без необхідності повторного пропускання через пристрій. Крім того, використання коливального ТРО дозволить домогтися рівномірного нагріву зерна за рахунок його постійного переміщення по нагрітій поверхні.

Рух зерна в установці як матеріальної точки

Одночасно з транспортуючим робочим органом рухається і зерно, що знаходиться на ньому. Його рух, який з робочим органом жорстких зв'язків не має, не може бути визначений безпосередньо механізмом, що надає руху ТРО. Воно характеризується динамічними зв'язками, такими як сила тяжіння, тертя та інерції [3,4].

Щоб мати уявлення про характер руху зерна по поверхні ТРО, розглянемо приклад руху тіла E вагою G_m , що знаходиться на горизонтальній площині D , що рухається горизонтально з прискоренням a_D (рис. 2). Також маємо швидкість руху тіла V_E та швидкість руху площини V_D .

Сила F здійснює зв'язок між тілом E та площиною D , максимальне значення якої $F_{\max} = fG_m = fmg$ (f – коефіцієнт тертя; g – прискорення вільного падіння, м/с) [4,6].

Масою m тіла E розвивається сила інерції $F_{in} = ma$. Сили F_{in} та F спрямовані в різні боки.

Найбільше прискорення $a_{\max}$, яке може бути надано тілу E площиною D через зв'язок F , визначиться з умови $F_{in} = F_{\max}$, або $ma_{\max} = fmg$, звідки:

$$a_{\max} = f \cdot g, \text{ м/с}^2 \quad (1)$$

Якщо прискорення a_D площини D менше fg , то тіло E , пов'язане силою тертя F з площиною D , буде захоплюватись площиною D та рухатись разом з нею без відносної швидкості. В цьому випадку $a = a_D$ та сила $F_{in} = mj < fmg$.

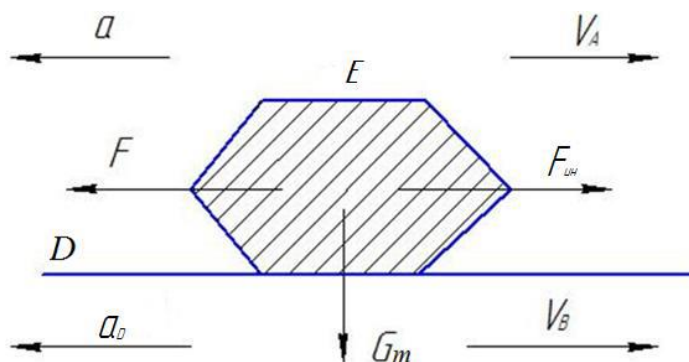


Рис. 2. Дія сил на тіло, що перебуває на рухомій з прискоренням горизонтальній площині.

Якщо $a_D > fg$, то E буде надано прискорення $a_{\max} = f \cdot g < a_D$. Тіло буде ковзати по площині з відносним прискоренням $a - a_{\max}$.

При зворотно-поступальному русі робочого органу в першій половині кожного ходу (праворуч та ліворуч) робочий орган рухається прискорено, тоді як у другий - уповільнено.

Частинка, що здійснює просторовий рух площиною, представлено на рис. 3.

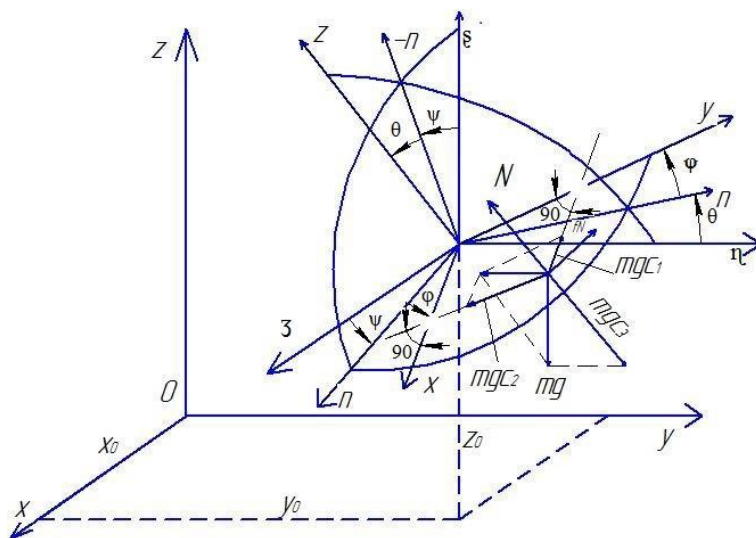


Рис. 3. Динамічна схема руху частинок по площині, що здійснює просторовий рух.

При русі сипкого матеріалу по коливальному ТРО (рис. 4) відсутній рух маси сипучого матеріалу через бокові борти.

На підставі перерахованих переваг та для подальших досліджень ми пропонуємо подальше застосування зерносушарок з коливальним транспортуючим органом.

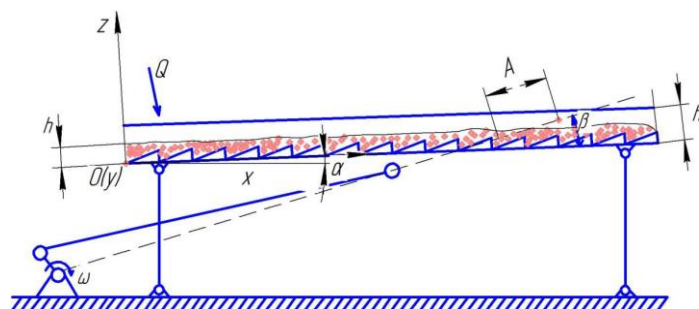


Рис. 4. Принципова схема коливального ТРО з транспортованим сипучим матеріалом: A – амплітуда коливань, м; ω – кутова швидкість ексцентрика, рад/с; α та β – відповідно кути нахилу до горизонту та напрямку коливань, град.; h – висота шару, що транспортується, м; h_1 – висота бортів ТРО, м; Q – пропускна здатність, кг/год.

Висновки. В невеликих зернопереробних підприємствах використання пристроїв з коливальним транспортуючим робочим органом є перспективним напрямком для зменшення енергоспоживання, підвищення продуктивності та збільшення обсягів виробництва зернових матеріалів.

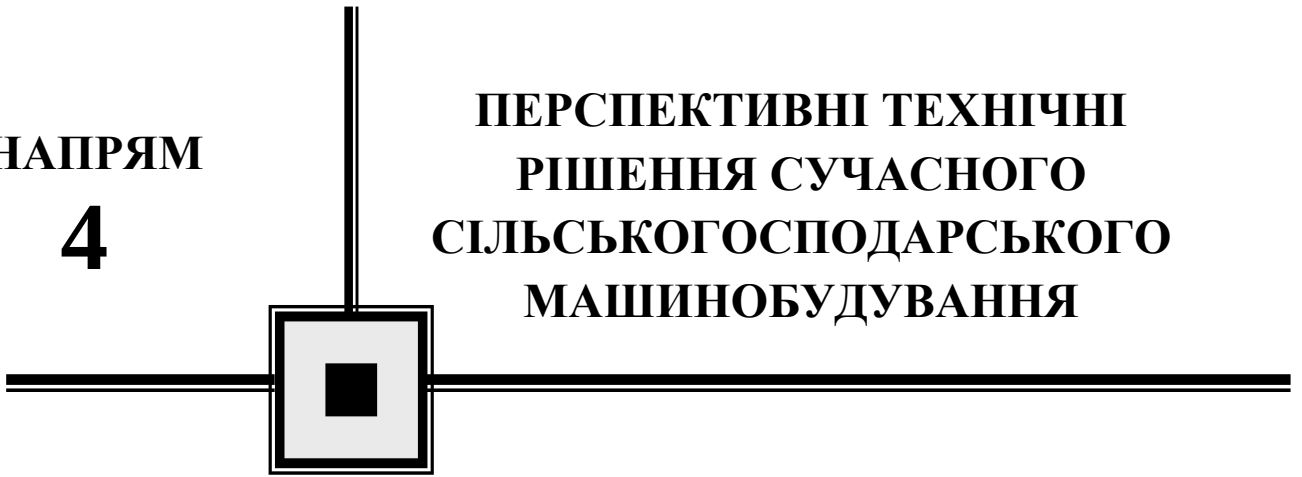
Список використаних джерел

1. Заика П.М. Динамика вибрационных зерноочистительных машин / П.М. Заика. М.: Машиностроение, 1974. - 278 с.
2. Повідайло В. О. Вібраційні процеси та обладнання. Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", 2004. 248 с.
3. Потураев, В. Н. Франчук В. П., Надутый В. П. Вибрационная техника и технологии в энергоемких производствах. Днепропетровск: НГА Украины, 2002. 190 с.
4. Блехман И. И. Вибрационное перемещение / Блехман И. И., Джане-лидзе Г. Ю. М., 1964.
5. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины [Текст]: Конструкция, расчет и проектирование / И. Е. Кожуховский, канд. техн. наук. - Москва : Машиностроение, 1965. - 220 с.
6. Купчук І. М. Перспективи розвитку конструктивних схем вібраційних приводів транспортних і технологічних машин АПК. Вібрації в техніці та технологіях. 2018. №3 (90). С. 44–52.
7. Омелянов О.М., Твердохліб І.В. Сучасний стан науково-технічних розробок в області підвищення ефективності вібраційної техніки та технологій. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. №3 (114). С. 75–90

НАПРЯМ

4

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ



Боднар Артем¹,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічного факультету,
Вінницького національного аграрного університету
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІБРАЦІЙНОГО КОНВЕЄРА

Анотація. Данна робота присвячена розробці математичної моделі гідравлічного привода вібраційного конвеєра.

В роботі виконано огляд літературних джерел, запропонована розрахункова схема, представлена математична модель та виконаний аналіз її розв'язків.

Annotation. This work is devoted to the development of a mathematical model of the hydraulic drive of the vibrating conveyor.

The paper reviews the literature sources, proposes a calculation scheme, presents a mathematical model and analyzes its solutions.

На сьогодні вібраційні машини та механізми застосовуються практично у всіх сферах людської діяльності: машинобудуванні, будівництві, транспорті, горном справі, металургії й інших. Спрямовані коливання здійснювані вібраційними машинами значною мірою прискорюють технологічні процеси, пов'язані з обробкою й транспортуванням деталей і всіляких матеріалів [1].

В автоматизованому виробництві штучних виробів застосовують вібраційні живильники, що й орієнтують обладнання, що здійснюють міжопераційне транспортування і автоматичне постачання робочого встаткування напівфабрикатами та деталями. До таких машин відносяться вібраційні бункерні живильники, що здійснюють поділ і орієнтування вступників навалом штучних виробів, а також вібраційні лотки-транспортери й підйомники, що переміщують вироби в горизонтальному й вертикальному напрямку. Крім того, вібраційні машини використовують для транспортування насипних вантажів у різних галузях промисловості до яких відносять вібраційні конвеєри, вібраційні живильники.

¹*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Шаргородський С.А.

Питанням вібротранспортування присвячено досить велику кількість наукової і патентної літератури. Сучасні вібраційні машини оснащені, як правило, електромеханічними, електромагнітними, рідше пневматичними або гідравлічними віброприводами. Це пояснюється високими вимогами до простоти і надійності вібраційних машин, що експлуатуються в складних умовах виробництва в режимі високих динамічних навантажень, запиленого і забрудненого навколишнього середовища, а також в умовах високих і низьких температур.

Широке застосування одержали електромеханічні вібраційні машини, засновані на силовому принципі порушення коливань - ексцентриків (кінематичні) і інерційні.

Віброприводи з ексцентриковим принципом порушення застосовуються набагато рідше інерційних і, переважно, для резонансних віброконвеєрів великої довжини [1].

Для зниження динамічних навантажень на опорні конструкції, віброконвеєри з таким типом приводу часто виконуються по двохмасовій схемі з реактивною рамою, маса якої в 3...5 раз перевищує масу робочого органу [1]. Внаслідок вищесказаного беручи до уваги складність запуску, високу динаміку, більшу масу механізмів і невисоку надійність підшипникових опор, кінематичні віброприводи найбільш раціонально використовувати у низькочастотних машинах, а також в установках з фіксованою амплітудою коливань [1].

Отже питання дослідження розробки та аналізу вібраційних конвеєрів є актуальним.

Розглянемо вібраційний конвеєр що показаний на рис. 1. Виконавчий механізм 2 (рис.1) складається з гідроциліндра 20, корпус якого шарнірно закріплений на рамі механізму, а шток шарнірно закріплено на вантажонесучому органі 21.

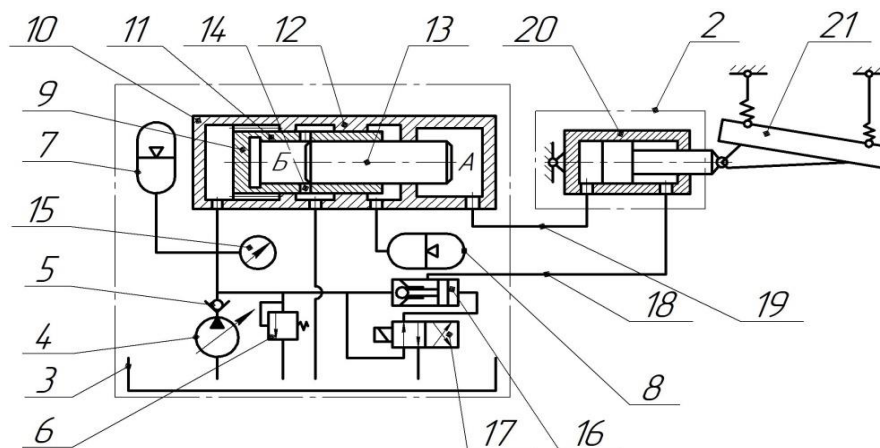


Рисунок 1 - Гідравлічний віброконвеєр:

1 - вібропривод; 2 - виконавчий механізм; 3 - бак; 4 - насос; 5 - клапан зворотний; 6 - клапан запобіжний; 7,6 - акумулятори; 9 - сідло клапана; 10 - клапан-золотник; 11 - запірник; 12 - корпус; 13 - плунжер; 14 - вікна зливальні; 15 - реле тиску; 16 - гідроклапан; 17 - золотник; 18,19 - трубопроводи; 20 - гідроциліндр; 21 - вантажонесучий орган.

Робота гідравлічного вібропривода починається із запуску насоса 4. При досягненні тиску настроювання, реле 15 за допомогою електричної системи керування, дає команду на включення підпірного золотника І, який відкриває гідроклапан 16. При цьому робоча рідина по трубопроводу 18 подається в штокову порожнину гідроциліндра 20. Під впливом робочої рідини поршень зі штоком і з пов'язаним з ним шарнірно вантажонесучим органом переміщається, витісняючи робочу рідину з поршневої порожнини по трубопроводу 19 у порожнину А генератора імпульсів. Враховуючи, що всі порожнини гідравлічного вібропривода заповнені робочою рідиною, при переміщенні поршня гідроциліндра 20, буде переміщатися й плунжер 13. Після перекривання торцем плунжера 13 і зливальних вікон 14, відбувається підвищення тиску робочої рідини в порожнині Б. Дією цього тиску робочої рідини на кільцеву поверхню запічок ІІ, клапан-золотник відкриваючись переміщається вправо, стискаючи газ у гідроаккумуляторі 8. При відкриванні клапана-золотника, рідина порожнина гідро пневмо акумулятора 7 з'єднується з порожниною Б генератора імпульсів. Під дією тиску рідини на плунжер 13, останній загальмовується, тому що площа поршня в штоковій порожнині гідроциліндра 20 менше, чим площа плунжера 13. Після зупинки в лівій мертвій крапці, плунжер починає рух у протилежну сторону. При русі плунжера робоча рідина з порожнини А витісняється по трубопроводу 19 у поршневу порожнину гідроциліндра 20, переміщаючи поршень, шток і шарнірно пов'язаний з ним вантажонесучий орган. Розгін плунжера, поршня зі штоком і вантажонесучого органа відбувається, за рахунок того, що площа плунжера більше чому площа штокової порожнини гідроциліндра, до моменту відкривання зливальних вікон 14 і з'єднання порожнини Б зі зливом.

При цьому тиск робочої рідини в порожнині Б падає і, під дією тиску рідини в гідропневмоаккумуляторі 8 на праву торцеву поверхню клапана-золотника 10, останній переміщається вліво, перекриваючи сідло клапана 9 і роз'єднуючи порожнину Б генератора імпульсів з гідро пневмо акумулятором 7. Під дією тиску робочої рідини на поршень у штоковій порожнині гідроциліндра 20 він загальмовується, одночасно із плунжером 13 і вантажонесучим органом 21. Далі цикли повторюються.

Як видно з опису, робочий цикл гідравлічного приводу умовно можна розділити на два періоди: період руху вантажонесучого органа віброконвеєра вліво, що полягає з ділянок розгону й гальмування, і період руху вантажонесучого органа вправо, що полягає у свою чергу з ділянок розгону й гальмування.

Поршень і шток гідроциліндра разом із вантажонесучим органом являє собою єдине ціле. Змінюючи відстані до зливальних вікон клапана-золотника, тиск напору, зливу та витрату робочої рідини, можна регулювати величину амплітуди, частоту коливань вантажонесучого органа та величину прискорення матеріалу, що транспортується, а отже і продуктивність віброконвеєра.

Гідравлічний вібропривод містить у загальному випадку генератор імпульсів, що складається з корпусу, плунжера, сідла, клапана-золотника й виконавчого механізму, виконаного у вигляді гідроциліндра.

Для визначення продуктивності віброконвеєра, амплітуди та частоти його коливань, необхідно знати величини переміщень, швидкостей, прискорень і часу

переміщення плунжера генератора імпульсів. Визначення перерахованих вище величин і є головним завданням дослідження динаміки робочого процесу гідравлічного вібропривода.

Поставлене завдання найбільше раціонально здійснити теоретично на основі розробки та аналізу математичної моделі роботи гідравлічного вібропривода. Для цього необхідно ввести деякі допущення.

Звичайно при теоретичних дослідженнях гідравлічних систем при тисках $P = 4 \dots 30$ МПа припускають, що робоча рідина, що заповнює систему, непружна [3]; витоки через ущільнення відсутні; сили тертя в рухомих з'єднаннях протягом циклу постійні; продуктивність насоса, тиск на злив, коефіцієнти гідравлічних опорів постійні і кінематичні зв'язки абсолютно жорсткі [43].

Так як що розглянута машина припускає роботу з малими амплітудами переміщень і зі швидкостями переміщень вантажонесучого органа віброконвеєра до 0,10 м/с, то силами опору навколишнього середовища можна зневажити [3,6].

Наведена сила опору переміщення вантажонесучого органа віброконвеєра визначається по формулі [58]

$$R_n = \sum_{i=1}^k R_i \frac{V_i \cos(\alpha_i)}{V} + \sum_{i=1}^k M_i \frac{\omega_i}{V} \quad (2.3)$$

де i - номер ланки гідроприводу; V_i - швидкість i -ої ланки; R_i - сила опору i -тої ланки; M_i - момент опору i -тої ланки; V_i - швидкість переміщення поршня; α_i - кут нахилу вектора швидкості i -тої ланки відносно вектора швидкості поршня гідроциліндра; ω_i - кутова швидкість i -тої ланки; V - швидкість поршня гідроциліндра.

Наведена до поршня маса всіх ланок приводу визначається по формулі [58]

$$m_{np} = \sum_{i=1}^k m_i \left(\frac{V_i}{V} \right)^2 + \sum_{i=1}^k I_i \left(\frac{\omega_i}{V} \right)^2 \quad (4)$$

де m_i - маса i -тої ланки гідроприводу; I_i - момент інерції i -ої ланки.

Знаючи, що вантажонесучий орган переміщається на величини до 0,008 м і підвішений на тяжах, що мають довжину до 3,0 м і інших обертових елементів не має, то другим доданком виразу (4) можна зневажити. Тоді формула прийме вигляд

$$m_{np} = \sum_{i=1}^k m_i \left(\frac{V_i}{V} \right)^2 \quad (5)$$

На рис. 1 показана схема сил діючих на вантажонесучий орган і в гідроприводі працюючого віброконвеєра.

Тиск у штоковій порожнині гідроциліндра виконавчого механізму визначається по формулі

$$p_1 = p_{1a} - \Delta p_1 \quad (6)$$

де p_{1a} - тиск у рідинній порожнині акумулятора; Δp_1 - втрати тиску в напірній магістралі [3].

Втрати тиску визначаються з виразу

$$\Delta p_1 = \Delta p_{1g} + \Delta p_{1M} + \Delta p_{1U}, \quad (7)$$

де Δp_{1g} - втрати тиску по довжині напірного трубопроводу; Δp_{1M} - втрати тиску на місцевих опорах у напірному трубопроводі; Δp_{1U} - інерційні втрати тиску в напірному трубопроводі.

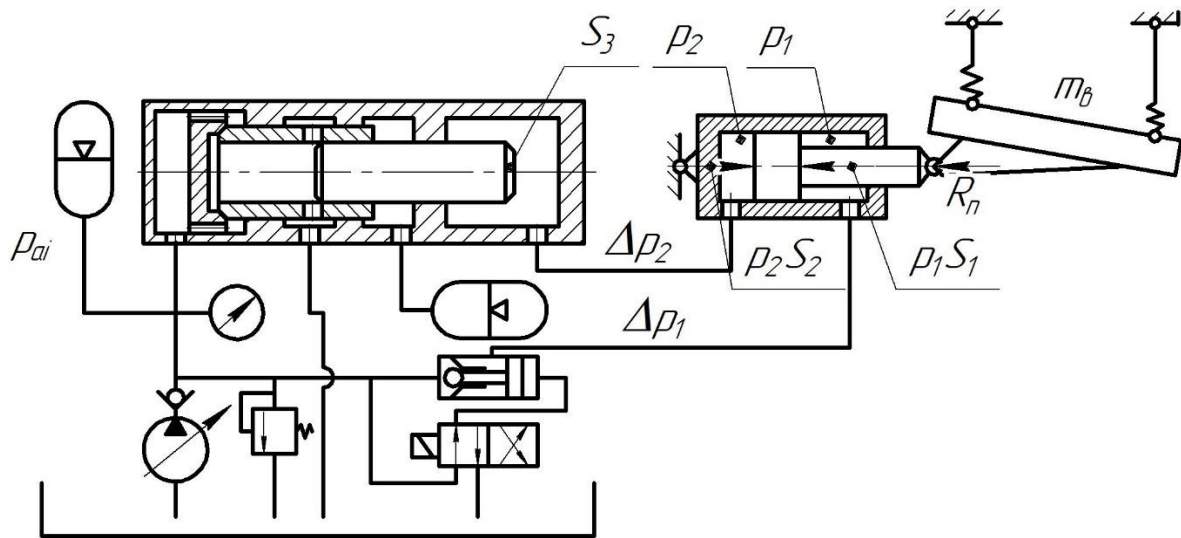


Рисунок 3 - Схема сил, діючих при роботі віброконвертера.

Втрати тиску по довжині напірного трубопроводу визначаються по формулі

$$\Delta p_{1g} = \lambda_1 \rho \frac{L_H}{d_H^5} \frac{8Q_{1i}^2}{\pi^2}, \quad (8)$$

де λ_1 – коефіцієнт опору, якщо режим течії ламінарний, $\lambda_1 = 64/Re$, якщо режим течії турбулентний, то $\lambda_1 = 0,3164/Re^{0,25}$.

Число Рейнольдса визначається з виразу:

$$Re = \frac{4Q_1}{\pi d_H \nu}. \quad (9)$$

Втрати тиску у місцевих опорах у напірному трубопроводі визначаються за залежністю:

$$\Delta p_{1M} = b_i \rho \frac{8Q_{1i}^2}{d_H^4 \pi} \sum_{i=1}^k \nu_H. \quad (10)$$

У загальному вигляді інерційні втрати визначаються як:

$$\Delta p_{1U} = \frac{m_H}{S_1} \frac{dV}{dt}. \quad (11)$$

Так як дану задачу планується розв'язувати методом Ейлера, можна скористатись наближеною формулою для окремих ділянок

$$\Delta p_{1U} = \frac{m_H}{S_1} \frac{V_{1i-1} - V_{1i-2}}{T_{1i-1}} \quad (12)$$

де m_H - маса рідини в напірному трубопроводі.

$$m_H = S_1^2 \rho \frac{4L_H^2}{d_H^2 \pi} \quad (13)$$

Тиск рідини в поршневій порожнині гідроциліндра (рис. 3) визначається по формулі

$$p_2 = p_{вих} + \Delta p_{2g} + \Delta p_{2M} + \Delta p_{2U}, \quad (14)$$

де $p_{вих}$ - тиск на виході із зливного трубопровода, так як він рівний атмосферному, вводимо граничні умови, що $p_{вих} = 0$;

Δp_{2g} - сумарні втрати тиску по довжині зливного і з'єднувального трубопроводів;

Δp_{2M} - сумарні втрати тиску на місцевих опорах зливного і з'єднувального трубопроводів;

Δp_{2U} - інерційні втрати тиску у зливному і з'єднувальному трубопроводах.

$$\Delta p_{2g} = \lambda_{2i} \rho \frac{L_C}{d_C^5} \cdot \frac{8Q_{2i}^2}{\pi^2} + \lambda_{3i} \rho \frac{L_U}{d_U^5} \cdot \frac{8Q_{3i}^2}{\pi^2}, \quad (15)$$

де d_C, d_U - діаметр зливного і з'єднувального трубопроводів; Q_{2U}, Q_{3i} - витрата робочої рідини у зливному і з'єднувальному трубопроводах відповідно; L_C, L_U - довжина зливного і з'єднувального трубопроводів відповідно.

$$\Delta p_{2M} = b_i \rho \frac{8Q_{2i}^2}{d_C^4 \pi} \sum_{i=1}^k v_{ci} + b_i \rho \frac{8Q_{3i}^2}{d_C^4 \pi} \sum_{i=1}^k v_{ci}, \quad (16)$$

де v_{ci}, v_{UI} - коефіцієнти втрат у зливному і з'єднувальному трубопроводах.

$$\Delta p_{2U} = \frac{m_{U2}}{S_2} \frac{V_{1i-1} - V_{1i-2}}{T_{1i-1}} + \frac{m_{U2}}{S_3} \frac{V_{1i-1} - V_{1i-2}}{T_{1i-1}} + \frac{m_{C/I}}{S_3} \frac{V_{1ni-1} - V_{1ni-2}}{T_{1i-1}}, \quad (17)$$

де V_{1ni-1} - швидкість плунжера генератора імпульсів, яка визначається по формулі

$$V_{1n} = V_1 \frac{S_2}{S_3}, \quad (18)$$

S_3 - площа плунжера; m_{U2} - маса рідини у з'єднувальному трубопроводі з боку гідроциліндра:

$$m_{U2} = S_3^2 \rho \frac{4L_U^2}{d_U^2 \pi}, \quad (19)$$

m_{Un} - маса рідини у з'єднувальному трубопроводі з боку генератора імпульсів:

$$m_{Un} = S_3^2 \rho \frac{4L_U^2}{d_U^2 \pi}, \quad (20)$$

$m_{C/I}$ - маса рідини у з'єднувальному трубопроводі з боку генератора імпульсів:

$$m_{C/I} = S_3^2 \rho \frac{4L_C^2}{d_C^2 \pi}. \quad (21)$$

Розглянемо зміну тиску у рідинній порожнині акумулятора при роботі гідропривода. Існує два режими роботи акумулятора: зарядка та розрядка, на яких відбувається зміна тиску у рідинній порожнині акумулятора.

$$p_{1a} = p_H + \Delta p_{1a} \quad (22)$$

де p_H - тиск насоса; Δp_{1a} - зміна тиску при зміні об'єму акумулятора.

Зарядка акумулятора відбувається у випадку, якщо витрата робочої рідини в напірній магістралі менше продуктивності насоса, тобто $Q_{1i} \leq Q_H$, де Q_H - продуктивність насоса, а розрядка акумулятора відбувається у випадку, якщо $Q_{1i} > Q_H$.

Тому

$$Q_{1a} = Q_H - Q_1, \quad (23)$$

де Q_{1a} - витрата рідини яка потрапляє або витікає з акумулятора.

Залежність зміни тиску при зміні об'єму акумулятора визначається по формулі

$$\Delta p_{1a} = p_a \left(\frac{Q_{1a} T_1}{W_K (p_{zap} / p_a)^{1/n}} \right)^n \quad (24)$$

де W_K - конструктивний об'єм акумулятора; p_{zap} - початковий тиск зарядки акумулятора.

Таким чином, отримана методика визначення наведеної сили опору, наведеної маси, гідравлічних втрат тиску по довжині, на місцевих опорах і інерційні втрати в напірному й сполучному трубопроводах. Крім того, визначені зміни тиску робочої рідини гідро пневмо акумуляторі.

У гідравлічному приводі віброконвеєра генератор імпульсів є головним елементом конструкції (рис. 1), а діаметр його плунжера впливає на основні технічні показники, такі як амплітуда й частота. Крім того, від розмірів плунжера залежать розміри інших деталей, такі як, наприклад, діаметр клапана-золотника, діаметр гільзи й інших елементів. Від діаметра плунжера також залежить об'єм рідини, що витісняється, у гідроциліндр виконавчого механізму за один імпульс.

Після розв'язання наведених залежностей технічних показників віброконвеєра від діаметра плунжера побудовані при наступних значеннях інших параметрів: $P_a = 12,5$ МПа; $m_{zp} = 1,5 \cdot 10^3$ кг; $S_1/S_2 = 1,8$.

Отримаємо графічні залежності, показані на рис. 4 мають яскраво виражений криволінійний характер. Найбільш примітною з них є залежність амплітуди коливань, яка має екстремум. При значенні діаметра плунжера $D_1 = 8 \cdot 10^{-2}$ м амплітуда досягає максимальне значення - $5,5 \cdot 10^{-3}$ м. Після чого спостерігається її різкий спад. Наприклад, при діаметрі плунжера $D_1 = 14 \cdot 10^{-2}$ м амплітуда становить $3,4 \cdot 10^{-2}$ м.

На цій же ділянці зміна частоти має характер близький до параболічного, де функція монотонно зростає.

Функції потужності N і продуктивності W віброконвеєра мають більш спокійний характер - вони плавно нарастають із ростом діаметра плунжера і при $D_1 = 11 \cdot 10^{-2}$ м стає більш пологою, показуючи тенденцію зменшення інтенсивності їх росту.

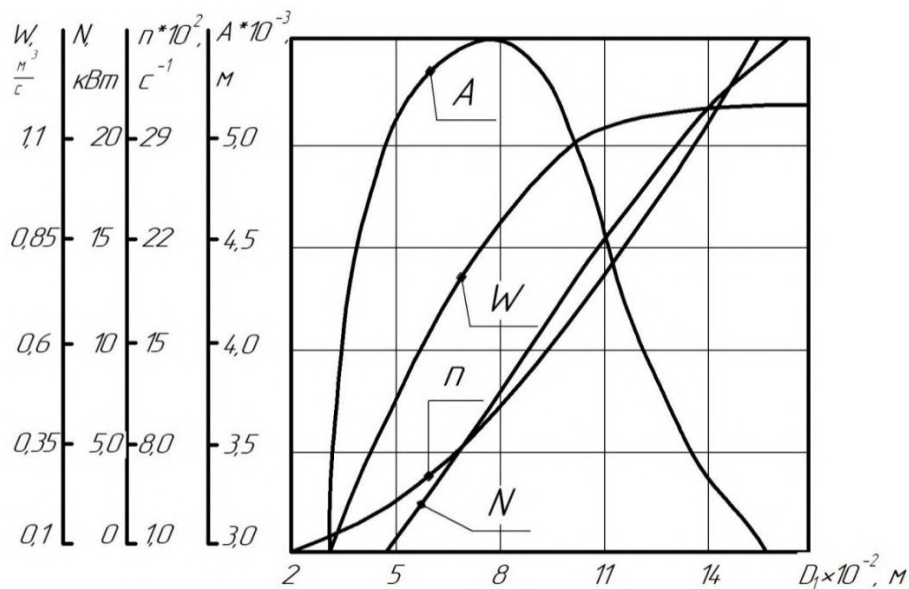


Рисунок 4 - Залежності технічних показників віброконвеєра від діаметра плунжера генератора імпульсів:

A - амплітуда коливання вантажонесучого органа; n - частота коливань вантажонесучого органу; N - потужність приводу; W - продуктивність віброконвеєра

З аналізу залежностей технічних показників віброконвеєра від діаметра плунжера пульсатора можна зробити висновок, що при даній комбінації параметрів найбільш ефективно вібропривод буде працювати в інтервалі $5 \cdot 10^{-3} \leq D_1 \leq 11 \cdot 10^{-3}$. Отже, раціональним значенням цього параметра приймається таке, коли величина амплітуди коливання вантажонесучого органу віброконвеєра стає максимальною.

Список використаних джерел.

1. Р.Д. Іскович-Лотоцький, Я.В. Іванчук. Вібраційні та віброударні пристрої для розвантаження транспортних засобів: монографія. ВНТУ. - Вінниця: ВНТУ, 2012. - 156 с
2. Веселовська Н.Р., Іскович-Лотоцький Р.Д., Ковальова І.М. Теорія різання та інструмент: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. - 335 с.
3. Веселовська Н.Р., Іванов М.І., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Гідравліка: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. - 275 с.
4. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. - 267 с.
5. Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А., Руткевич В.С., Моторна О.О. Практикум з дисципліни Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 330 с.
6. Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем: монографія. Вінниця: ВНАУ, 2021.

Олександр ОСТАПЧУК²,
магістрант 1-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ STRIP-TILL-ТЕХНОЛОГІЇ

***Анотація.** Розглянуто необхідність створення обладнання для технічних культур на основі ресурсозберігаючих технологій. Зазначено, що технологія смугового обробітку ґрунту STRIP-TILL дозволяє в комплексі вирішувати біологічні, екологічні, технологічні і економічні задачі сучасного сільхозвиробника. Представлено розроблений робочий орган для даної технології та зазначено про необхідність використання комп'ютерного 3Д автоматизованого проєктування при розробці нового чи модернізації діючого обладнання.*

***Anotation.** The necessity of creation of a property for sleeping crops on the basis of resource-saving technologies has been examined. Appointed, that the technology of smug processing of soil STRIP-TILL allows in the complex virishuvati biological, environmental, technological and economic tasks of the daily agricultural veterinarian. Presented by the division of the working body for this technologies that are designated for the need for a computer-aided 3D automated design during the development of a new chi modernization of the flue control.*

Вступ. Для забезпечення населення достатньою кількістю якісних та доступних за вартістю продуктів харчування необхідне підвищення ефективності процесів їх виробництва та мінімізація витрат. При прогнозованому зростанні чисельності населення у світі потрібно забезпечити подальшу оптимізацію технологій та процесів виробництва, а також їх адаптацію таким чином, щоб максимально відповідати вище зазначеним вимогам [1].

У цьому відношенні оптимізація технологій обробітку ґрунту та вирощування сільськогосподарських культур є актуальним завданням. Аргументований вибір адаптивного способу обробітку ґрунту та технології вирощування культур, відповідних ґрунтово-кліматичним характеристикам даної території, забезпечить цільове використання ресурсів.

Зниження рівня інтенсивності обробітку ґрунту призводить до підвищення продуктивності МТА та зниження витрати пального на одиницю обробленої площі при обробітку сільськогосподарських культур [2].

Виклад основного матеріалу. В даний час сучасні системи землеробства направлені на заощадження ґрунтових, біологічних, водних ресурсів, і навіть зниження собівартості одержуваної продукції. В технологіях обробітку ґрунту велика увага приділяється поступовому накопиченню рослинних (поживних)

²*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Руткевич В.С.

залишків на поверхні ґрунту. Такий підхід значно покращує умови живлення ґрунтових мікроорганізмів завдяки збагаченню органічною речовиною, що легко розкладається, а також захищає ґрунт від прямого потрапляння сонячних променів, поліпшується температурний режим, на підвищення якого негативно реагує біота ґрунту та кореневі системи культурних рослин [3].

Ідея обробітку ґрунту використовуючи мінімальні витрати і при цьому створення більш оптимальних умов для зростання та розвитку культур існує давно. На основі багаторічних досліджень та дослідів був розроблений новий спосіб обробітку ґрунту Strip-till (смуговий обробіток). При цьому способі відбувається мінімальний обробіток ґрунту. Вона поєднує в собі переваги звичайного обробітку ґрунту, такі як швидке весняне просушування ґрунту та прогрів, з можливістю захисту ґрунтів від ерозії. Цей вид обробітку здійснюється за допомогою спеціального обладнання – Strip-till-культиваторів. Кількість проходів залежить від типу використовуваних пристроїв смугового обробітку ґрунту та стану поля. Оброблені смужки мають ширину 20-25 см, а міжряддя залишається не обробленим. Весною в цю розпушену смугу здійснюється посів. Одночасно з обробітком ґрунту можна вносити рідкі або сухі добрива та пестициди. Добрива вносяться в 1-2 шари у підкореневий шар ґрунту. Такі операції найлегше реалізувати із застосуванням технології точного землеробства з використанням систем GPS та ГЛОНАСС. Насіння навесні можна висівати безпосередньо у вузьку розпушувальну смугу, застосовуючи звичайну сівалку точного висіву [3, 4].

Обробіток ґрунту проводиться тільки в тому місці, де повинна вирости сільськогосподарська культура. Залежно від планованої ширини ряду, до 70 % поверхні ґрунту залишається не обробленою, тобто основна частина поля зберігає накопичену мульчу (стерню). Таким чином, ґрунт захищається від ерозії та перегріву. Оброблене поле залишається прохідним для тракторів у дощових погодних умовах. Весняний посів може бути здійснено раніше приблизно на 8-10 днів. Технологію Strip-till доцільно використовувати при сівбі найрізноманітніших культур: кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків, зернобобових. Система смугового обробітку ґрунту Strip-till використовується в сівозміні спільно з системою нульового обробітку ґрунту No-till та має деяку подібність, а саме збереження стерні після збирання попередника. Тому поверхня ґрунту завжди захищена пожнивними залишками. Тим не менш, при смуговому обробітку ґрунту відбувається розрив ґрунту, покращується доступ кисню та в результаті аеробні умови прискорюють розкладання органічної речовини.

Переваги системи Strip-till у порівнянні з класичною технологією обробітку ґрунту полягають у наступному [4]:

- сприяє значній економії палива у 2-4 рази;
- сприяє збільшенню врожайності до 25 %;
- сприяє заощадженню коштів на добриво до 50 %;
- сприяє збереженню природної родючості;
- сприяє зменшенню витрат на сільськогосподарську техніку та оплату праці.

На ринку України широко представлені конструкції машин для смугового обробітку ґрунту провідних світових виробників (Unverferth, Carrotech, Schlagel,

JohnDeere, BlueJet, HORSCH, AMAZONE, Claydon, Claudon, Mzuri, Orthmann та інші). Вони відрізняються конструктивними виконаннями та призначені для обробітку широкого спектру сільськогосподарських культур.

Виробництво в Україні даної техніки обмежене, а питання застосування смугового обробітку ґрунту практично не вивчені [1, 4].

Створення нової техніки, на сьогоднішній день, шляхом теоретичних розрахунків у поєднанні з експериментально-дослідним проєктуванням набувають обмеженого використання через високу собівартість і низьку ефективність [1]. На сучасних машинобудівних підприємства все частіше для проєктування новітньої сільськогосподарської техніки використовують програми для 3-Д моделювання. Перевагами сучасних програм для 3-Д моделювання є наявність усіх креслень, компоновальних схем, взаємних з'єднань деталей, які дають змогу здійснювати аналіз, оптимізацію, симуляцію і анімацію змодельованих 3-Д моделей. Сучасна концепція проєктування і підготовки виробництва передбачає виконання проєктних і технологічних робіт в єдиному інформаційно-програмному просторі, що дозволяє вести одночасну розробку виробу групою фахівців, територіально розташованих в різних підрозділах, компаніях і навіть країнах. Інноваційний розвиток багатофункціональних комп'ютерних систем, узгоджено виконують об'ємне конструювання (Computer-Aided Design, CAD), інженерні розрахунки (Computer-Aided Engineering, CAE), підготовку виробничо-технологічних процесів (Computer-Aided Manufacturing, CAM) і управління інженерним проєктом (Product Data Management, PDM), зумовлює появу нових можливостей для виготовлення унікальних виробів в стислі терміни і з мінімальними витратами [1, 4].

Тому при розробці обладнання для Strip-till технології необхідно використовувати сучасні програми для 3-Д моделювання. На рис. 1 представлено агрегат для смугового обробітку ґрунту, а на рис. 2 секція агрегату для смугового обробітку ґрунту по технології "STRIP-TILL".

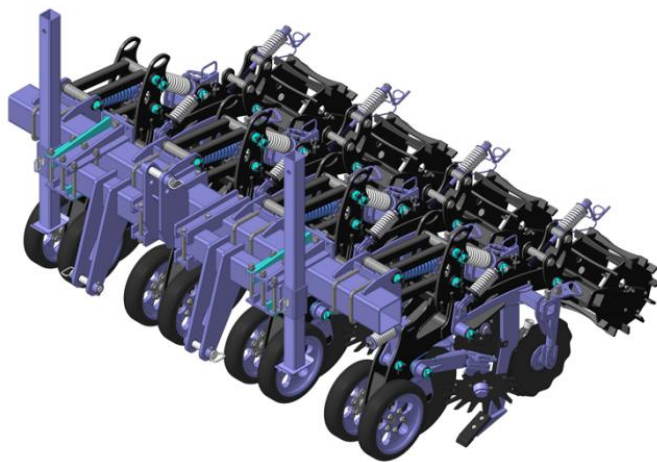


Рис. 1 – Агрегат для смугового обробітку ґрунту по технології "STRIP-TILL".

В конструкцію секції розробленого агрегату для смугового обробітку ґрунту входить: 1-механізм кріплення секції до рами, 2-система паралельних тяг, 3-опорні колеса, 4-дисковий ніж, 5-голчасті очисники рядка, 6-чизельний робочий орган з туконапрямлячем, 7-хвилястий дисковий ніж, 8-планчатий коток, 9-

захисний механізм, 10-рама. Чизельний розпушувач має можливість регулювання глибини обробітку ґрунту завдяки наявності регулювального механізму, а хвилясті дискові ножі мають вузол плавного регулювання ширини розстановки, що забезпечує зміну ширини оброблюваної смужки.

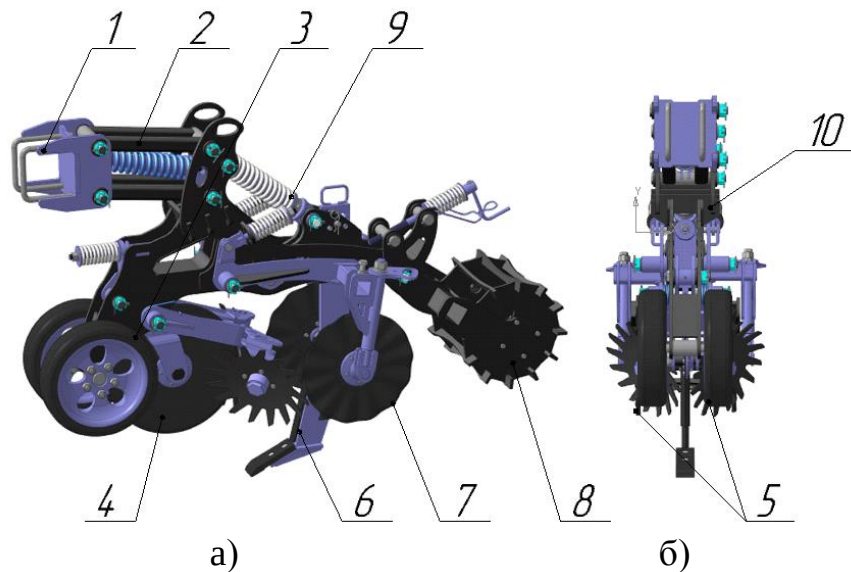


Рис.2 – Секція агрегату для смугового обробітку ґрунту по технології "STRIP-TILL":
а) вид з боку, б) вид зпереду; 1-механізм кріплення секції до рами, 2-система паралельних тяг, 3-опорні колеса, 4-дисковий ніж, 5-голчасті очисники рядка, 6-чизельний робочий орган з туконапрямлячем, 7-хвилясті дискові ножі, 8-планчатий коток, 9-захисний механізм, 10-рама.

Робочий процес агрегату для смугового обробітку ґрунту по технології "STRIP-TILL" реалізується в такий спосіб: при русі енергетичного засобу секція агрегату опирається на опорні колеса 3, дисковий ніж 4 розрізає ґрунт з рослинними залишками, після чого проводиться очищення рядка від пожнивних залишків за допомогою голчастих очисників рядка 5. Далі проводиться розпушування нижнього шару орного горизонту ґрунту за допомогою чизельного розпушувача 6 з туконапрямлячем. Чизельний розпушувач 6 встановлюється на раціональну глибину, а хвилясті дискові ножі 7 – в залежності від обраної глибини розпушування, перекриваючи своєю площиною зону деформації від чизельного робочого органу. Ширина розстановки хвилястих дискових ножів дорівнює ширині оброблюваної смуги. Ззаду розташовується планчатий коток 8.

Якщо є необхідність у підрізанні бур'янів, на чизель 6 можуть бути встановлені підрізаючі лапи, які можна переміщати по вертикалі. До того ж, даний прийом підвищує якість обробітку ґрунту.

В даний час ведеться робота у двох напрямках:

- створення робочого органу для смугового обробітку ґрунту та внесення добрива в осінній період;
- створення робочого органу для смугового обробітку ґрунту та внесення добрива у весняний період безпосередньо перед посівом.

Головною відмінністю цих двох напрямів є те, що при осінній обробці немає необхідності створення насінневого ложа, а при весняній обробці обов'язково необхідно створити тверде насінневе ложе для наступного посіву.

Висновок. Застосування смугової технології обробітку ґрунту дозволяє підвищити продуктивність МТА та знизити витрати пального на одиницю обробленої площі, порівняно з суцільною обробкою, при цьому визначена глибина обробки ґрунту та дози внесення мінеральних добрив забезпечать зростання врожайності технічних культур та збереження ґрунтової родючості. Враховуючи переваги даної технології перед класичними технологіями обробітку ґрунту необхідно значну увагу приділити дослідженню науково-обґрунтованому напрямку вирощування технічних культур на основі технології «Strip-Till», що забезпечує підвищення продуктивності та зниження енерговитрат на обробіток ґрунту та на основі даних досліджень створити власну високопродуктивну техніку яка буде адаптована до українських ґрунтів. Використання сучасних програм для 3Д моделювання дозволить робити аналіз, оптимізацію, симуляцію і анімацію отриманих моделей на різних стадіях проєктування та виявляти помилки на початкових етапах.

Список використаних джерел

1. Крачок Л. І. Новітні технології в сільському господарстві: проблеми і перспективи впровадження. *Сталий розвиток економіки*. 2013. №3. С. 224–231.
2. Сосновська Л.В. Шляхи підвищення родючості ґрунтів України *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. №2(105). С. 100 – 106.
3. Серeda Л.П., Швець Л.В., Швець О.І. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. №3(110). С. 117 – 125.
4. Серeda Л.П. Технологія strip-till в рослинництві. Перспективність впровадження в Україні. Сучасні проблеми землеробської механіки: матеріали XX міжнародної наукової конференції, присвяченої 119-й річниці з дня народження академіка П.М. Василенка, 17-19 жовтня 2019 р. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 70–74.
5. Серeda Л.П., Труханська О.О., Швець Л.В. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. №4(95). С. 108–118.

Олександр СТЕЦУН³,
студент 3-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ВОЛОЧІННЯ НА ЗМІНУ НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДРОТУ В КОНІЧНОМУ ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ

***Анотація.** Стаття присвячена дослідженню процесу волочіння пружинного дроту і вдосконаленню виробництва дроту з вуглецевих марок сталі. Розглянуті особливості волочіння в монолітних та роликівих волоках. Запропонована методика оцінки напружено-деформованого стану дроту під час волочіння в інструменті з конічним осередком деформації, яка включає методику розрахунку граничного гідростатичного напруження. Також представлена методика оцінки деформованого стану. Визначено характер впливу режимів волочіння на зміну напружено-деформованого стану дроту в конічному осередку деформації під час волочіння в монолітних і роликівих волоках. Задача розв'язана із застосуванням спеціалізованого програмного комплексу. Виконана оцінка напружено-деформованого стану та розрахунок режимів волочіння під час волочіння в монолітних та роликівих волоках.*

***Annotation.** The article is devoted to the study of the process of drawing spring wire and improving the production of wire from carbon steel grades. Features of drawing in monolithic and roller drags are considered. A method for estimating the stress-strain state of the wire during drawing in a tool with a conical center of deformation, which includes a method for calculating the ultimate hydrostatic stress. The method of estimating the deformed state is also presented. The character of the influence of drawing modes on the change of the stress-strain state of the wire in the conical center of deformation during drawing in monolithic and roller drags is determined. The problem is solved with the use of specialized software. The estimation of the stress-strain state and the calculation of the drawing modes during drawing in monolithic and roller drags are performed.*

***Вступ.** Конкурентоспроможність продукції визначається якістю, а також витратами на її виготовлення. Актуальність ресурсозбереження та енергозбереження в перспективі підвищується тому, що енергетична стратегія розвитку промисловості визначає постійне та довгострокове підвищення цін на енергоносії. Актуальними питання ресурсозбереження є ще й тому, що вкладати кошти у напрями, що забезпечують економію ресурсів у 3-4 рази, вигідніше, ніж збільшення видобутку енергоносіїв.*

У практиці виробництва дроту вважається, що у витратах на виготовлення дроту 60-70% становить вартість катанки, а решта — це, власне, витрати на

³*Науковий керівник: д.т.н., доцент кафедри загально технічних дисциплін та охорони праці Сивак Р.І.

виробництво дроту, які визначаються насамперед якістю технологічного процесу його виготовлення [1]. Забезпечити економію матеріалів та енергії можливо лише шляхом розробки нових ресурсозберігаючих технологій чи вдосконаленням існуючих. Під ресурсозберігаючої технологією розуміється комплекс організаційно-технічних заходів, що забезпечує ефективність виробництва за рахунок зниження споживання сировини та матеріалів, скорочення палива, енергії тощо. Підвищити ефективність виробництва означає домогтися максимальних господарських досягнень при мінімальних витратах. Дріт із вуглецевих марок сталі є основним видом продукції метизного напрямку чорної металургії і масово застосовується практично у всіх галузях економіки як у вигляді товарної продукції, так і у вигляді виробів із неї. Для забезпечення ефективного застосування дроту повинен мати високу конкурентоспроможність, основними напрямками підвищення якої є впровадження передових технологічних процесів виробництва, зниження матеріало- та енергоємності, розробка та виготовлення перспективного обладнання для технологічного переозброєння існуючих та будівництва нових підприємств [2]. У зв'язку з чим виявлення нереалізованих резервів підвищення якості дроту та зниження витрат на його виробництво є актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження впливу режимів волочіння на зміну напружено-деформованого стану проведено моделювання, при якому змінювали наступні параметри: діаметри заготовок, кути волок, способи волочіння, марки сталей.

У зв'язку з тим, що нерівномірність деформації явно виражена при волочіння великих діаметрів, досліджувалася одна протяжка з діаметра 16,00 мм на діаметр 14,25 мм (обтиснення 21%). Досліджувана заготовка мала довжину 50 мм і діаметр 16,00 мм.

Монолітна волока прийнята як абсолютно тверде тіло. Моделювання проводили для робочих кутів волок $2\alpha = 8^\circ, 12^\circ \text{ і } 16^\circ$. Швидкість волочіння - 1 м/с. Коефіцієнт тертя по Кулону прийнятий рівним 0,08.

Аналіз полів розподілу коефіцієнта жорсткості і показника Лоде-Надаї для сталі Ст3 і сталі марки 80 показує, що інтенсивність напружень розтягу на осі вище під час волочіння заготовки зі сталі марки 80 з робочим кутом $2\alpha = 16^\circ$. Розрахунок коефіцієнта жорсткості показує, що заготовка зі сталі Ст3 менш схильна до руйнування, оскільки значення показника жорсткості менше.

Отримане значення показника Лоде-Надаї характеризує схему розтягування по всьому осередку деформації з вираженими областями зсуву в приповерхневій області, особливо при робочому куті волоки $2\alpha = 16^\circ$. Показник Лоде-Надаї приймає найбільші значення ($\mu_\sigma = -1$) на осі заготовки, а також від площини входу в осередок деформації та виходу з осередку деформації до центру у вигляді трикутника [3].

Режим волочіння дроту в кінчному осередку деформації характеризують робочий кут волоки, одиничне обтиснення, гідростатичне напруження і зусилля волочіння. У спеціалізованому програмному комплексі визначили зусилля волочіння і гідростатичне напруження на осі дроту зі сталі марки 80 для робочих кутів волок $2\alpha = 6^\circ, 8^\circ, 10^\circ, 12^\circ, 14^\circ \text{ і } 16^\circ$ при різних одиничних обтисненнях від $\varepsilon = 8\%$ до 41% з кроком в 3% (витяжка 1,09-1,69) для дроту діаметром 16,0 мм. Значення одиничних

обтиснень взяті з практичних даних і аналітичних залежностей, що визначають граничні значення витяжок для способу волочіння в монолітній волоці [4].

При перевищенні максимального обтиску для кожного робочого кута волоки при мінімальному гідростатичному напруженні ростуть як зусилля волочіння, так і гідростатичне напруження на осі, що призводить до перевитрати енергії і підвищення ймовірності руйнування дроту.

Для зручності аналізу для кожного робочого кута виділили область значень гідростатичного напруження на осі дроту від зусилля волочіння для значень дельта-фактора від 1,2 до 2,0, тому що дана область значень дельта-фактора є «робочою» [5].

Із збільшенням величини робочого кута волок росте величина обтиснення, при якому гідростатичне напруження на осі дроту стає стискаючим. Крім того, при значенні дельта-фактора 2,0 гідростатичне напруження на осі дроту не перевищує 250 МПа для всіх значень робочих кутів волок. Мінімальний гідростатичне напруження на осі дроту при робочому куті волок $2\alpha = 6^\circ$, 8° і 10° буде при величині дельта-фактора 1,29, а для робочих кутів $2\alpha = 12^\circ$, 14° і 16° - 1,40. Зростання значення дельта-фактора при збільшенні робочого кута пов'язане із зменшенням довжини осередку деформації.

Таким чином, для кожного робочого кута волоки можна виділити діапазон обтиснень, при якому будуть мінімальні значення гідростатичного напруження на осі дроту і зусилля волочіння. Рекомендовані значення обтиснень, що забезпечують максимальне обтиснення при мінімальному зусиллі волочіння, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Рекомендовані значення обтиснень (сталь марки 80)

Робочий кут волоки	Дельта фактор	Діапазон обтиснень	Середнє обтиснення	Діапазон витягувань	Середнє витягування	Зусилля волочіння
6	1,2-2,0	10-16	13,0	1,11-1,19	1,15	68,4
8	1,2-2,0	13-21	17,0	1,15-1,27	1,20	77,0
10	1,2-2,0	16-25	20,5	1,19-1,33	1,26	80,2
12	1,29-2,0	19-28	23,5	1,23-1,39	1,31	84,2
14	1,33-2,0	22-31	26,5	1,28-1,45	1,36	87,8
16	1,36-2,0	25-34	29,5	1,33-1,52	1,42	92,6

Для оцінки впливу режимів волочіння на ступінь накопиченої деформації по перетину дроту отримано залежності відношення мінімального (в центрі) до максимального (на поверхні) накопиченого ступеня деформації по перетину дроту (тобто рівномірності) від обтиску для кожного з розглянутих значень робочих кутів волок.

Із зменшенням величини робочого кута волоки відношення зростає, тобто рівномірність збільшується. Сірим кольором позначена область раціональних значень дельта-фактора (згідно таблиці 1). При цьому відношення відповідає значенням від 0,77 до 0,85. Максимальне його значення рекомендується приймати на 5% вище, що відповідає значенню 0,85, оскільки при перевищенні цього значення починається інтенсивний ріст зусилля волочіння.

Для практики важливо оцінити характер розподілу напружень по перетину дроту. Так, при значенні дельта-фактора менше 1,50 у всьому об'ємі дроту гідростатичне напруження буде стискаючим. Розрахувавши для розглянутих робочих кутів від $2\alpha = 6^\circ$ до $2\alpha = 16^\circ$ глибину проникнення стискаючих напружень, визначили площу непроникнення стискаючих напружень по осі дроту.

Так, при значенні дельта-фактора 2,0 площа дії гідростатичного напруження розтягу величиною 200 МПа в центрі дроту складе близько 11% від загальної площі дроту. При збільшенні значення дельта-фактора збільшується як область дії напружень розтягу, так і їх величина.

Для оцінки впливу діаметра дроту на величину дельта-фактора проведено моделювання і здійснена оцінка зміни гідростатичного напруження на осі дроту діаметрами 4,0 мм і 1,0 мм. Заготовка діаметром 4,00 мм була прийнята довжиною 25 мм. Заготовка діаметром 1,00 мм була прийнята довжиною 15 мм.

За отриманими даними отримали залежність гідростатичного напруження і величини площі з напруженнями розтягу на осі дроту від дельта-фактора для діаметрів 16,0; 4,0 і 1,0.

На дроті діаметром 1,0 мм перехід від стискаючих напружень до гідростатичного напруження розтягу відбувається при значенні дельта-фактора 1,6, для діаметра 4,0 мм - при значенні 1,55, а для діаметра 16,0 мм - при значенні 1,50. Від діаметру дроту змінюється і величина гідростатичного напруження при інших рівних умовах. Так, на діаметрі 1,0 мм на осі дроту діють менші за величиною напруження розтягу. На діаметрі 4,0 мм при збільшенні обтиснень до 14% виявляються властивості характерні для великих діаметрів, тобто високі напруження на осі дроту; при збільшенні обтиску більше 14% величина напружень на осі зменшується, що характерно для малих діаметрів. Діаметр 4,0 мм є перехідним. Чим більше діаметр дроту, тим вищі напруження діють на осі дроту і менше глибина проникнення стискаючих напружень. Даний ефект відомий як масштабний фактор [6]. Таким чином, при оцінці напруженого стану в процесі волочіння дроту різного діаметру не можна виходити тільки з геометричної подоби.

Поряд з оцінкою максимального гідростатичного напруження на осі дроту проведено оцінку пошкодженості металу з використанням критерію руйнування Кокрофта-Латама [7] для сталі марки 80 діаметром 16,0 мм.

При значенні дельта-фактора 1,29 на осі дроту діє мінімальне гідростатичне напруження. При значенні 1,5 гідростатичне напруження на осі дроту дорівнює 0. Слід зазначити, що при збільшенні робочого кута волоки від $2\alpha = 10^\circ$ до $2\alpha = 16^\circ$ значення дельта-фактора збільшується зі значення 1,2 до значення 1,4, тому що відбувається зменшення довжини осередку деформації. Нижче значення дельта-фактора 1,2 при збільшенні обтиску спостерігається різке підвищення критерію руйнування Кокрофта-Латама і гідростатичного напруження на осі дроту, що відповідає експериментально перевіреними даними [1, 2]. У відповідності до даних в табл. 1 раціональні значення дельта-фактора перебувають в діапазоні від 1,2 до 2,0 для $2\alpha = 6^\circ - 10^\circ$ і від 1,4 до 2,0 для $2\alpha = 16^\circ$.

Таким чином, розроблена методика дозволяє для кожного значення робочого кута волоки отримати раціональні діапазони обтиснень, на основі чого можна оцінювати чинні і проектувати ефективні маршрути волочіння.

З розподілу величин накопиченого ступеня деформації в поперечному перерізі дроту при волочінні з діаметра 16,00 мм на діаметр 14,25 мм (обтиснення 21%) в монолітних волоки для заготовок із сталі Ст3 і зі сталі марки 80 впливає, що розподіл накопиченого ступеня деформації є концентричними колами з максимальним її значенням на поверхні дроту. Для оцінки середніх значень в розглянутих шарах дроту, оцінили ступінь накопиченої деформації по його радіусу.

При волочінні дроту зі сталі марки 80 на поверхні накопичена ступінь деформації вище в порівнянні з дротом зі сталі Ст3, особливо під час волочіння у волоці з кутом $2\alpha = 8^\circ$ і $2\alpha = 12^\circ$. Із збільшенням робочого кута волоки підвищується величина накопиченого ступеня деформації як на поверхні, так і в центрі дроту. Також збільшується градієнт між центром і поверхнею.

Зростання величини накопиченого ступеня деформації при збільшенні робочого кута можна пояснити наступним чином. при незмінних параметрах процесу волочіння збільшення робочого кута призводить до збільшення дельта-фактора. Так, для робочого кута $2\alpha = 8^\circ$ $\Delta = 1,21$; для кута $2\alpha = 12^\circ$ $\Delta = 1,81$; для кута $2\alpha = 16^\circ$ $\Delta = 2,41$. Гідростатичне напруження на осі дроту для робочого кута $2\alpha = 8^\circ$ має величину -100 МПа, для кута $2\alpha = 12^\circ$ 130 МПа, а для кута $2\alpha = 16^\circ$ 350 МПа. Таким чином, збільшення робочого кута волоки призводить до підвищення величини розтягувальних напружень на осі дроту і величини накопиченого ступеня деформації, тому що для показника Лоде-Надаї характерна чисельна рівність напруженого і деформованого станів [3, 4]. Крім того, при перевищенні величини гідростатичного напруження величиною 320 МПа в осередку деформації на осі дроту починає переважати схема всебічного розтягу.

Аналіз полів розподілу коефіцієнта жорсткості і показника Надаї-Лоде для заготовки із сталі марки 80 показує, що під час волочіння в трьохроліковому просторово-закритому калібрі коефіцієнт жорсткості має по всьому перетину значення близькі до одиниці, що говорить про повне опрацювання заготовки. При цьому значення показника Лоде-Надаї має таку ж величину, як і під час волочіння в монолітній волоці, тобто в осередку деформації переважає схема лінійного розтягу.

Волочіння в роликовій волоці за схемою коло-овал-коло має інший характер напруженого стану. З'являється нерівномірність розподілу коефіцієнта жорсткості по периметру заготовки. Показник Лоде-Надаї має більш «м'яку» схему з переважанням стискаючих напружень в центрі заготовки. При збільшенні витяжки до 1,45 напруження розтягу з'являються в площині виходу з осередку деформації. У центрі заготовки збільшується частка зсувних напружень в порівнянні з волочінням в роликовій волоці з меншою витяжкою.

Волочіння в роликовій волоці за схемою коло-трикутник-коло також призводить до нерівномірності розподілу значень коефіцієнта жорсткості по периметру заготовки, хоча і менш вираженою в порівнянні з схемою коло-овал-коло. Відбувається повне опрацювання по перетину заготовки. Відповідно до показника Лоде-Надаї діє схема розтягу, а області стиску перебувають в місцях роз'єму роликів. При збільшенні витяжки до 1,45 напружений стан має подібний характер, але збільшується довжина осередку деформації. У показнику Лоде-Надаї збільшується частка стискаючих напружень, що призводить до більшої деформації зсуву.

Волочіння в 4-х роликовій волоці за схемою коло-квадрат-коло також призводить до нерівномірності розподілу коефіцієнта жорсткості по периметру заготовки. Значення показника Лоді-Надаї в центрі заготовки характеризується схемою розтягу. При збільшенні витяжки до 1,45 збільшується довжина осередку деформації, при цьому збільшується частка деформації зсуву, і знижується область дії напружень розтягу в центрі заготовки.

Таким чином, при протягуванні за схемою коло-овал-коло - в центрі заготовки переважають напруження зсуву; при протягуванні за схемою круг трикутник-коло - в центрі з'являються напруження розтягу; при протягуванні за схемою коло-квадрат-коло - площа дії напружень розтягу збільшується.

Аналіз значення накопиченого ступеня деформації і значення накопиченого ступеня деформації і різниці між максимальним та мінімальним значенням по радіусах дроту показує, що при роликовому волочінні спостерігається яскраво виражена нерівномірність деформації по периметру дроту.

При волочінні в просторово-закритому калібрі максимальне значення накопиченої деформації в поверхневому шарі становить 0,397, мінімальне 0,232, середнє значення 0,314. На самому початку процесу волочіння саме місця роз'ємів починають взаємодіяти з заготовкою. По мірі просування заготовки заповнюється весь калібр. Тому в місці роз'єму роликів заготовка має максимальне значення накопиченого ступеня деформації, а в центрі струмка - мінімальне. За шарами дроту характер розподілу накопиченого ступеня зберігається з мінімальною його величиною на осі дроту.

При стисненні квадрата в круг метал обтискається з боку кутів. При цьому накопичена деформація після першого протягування підсумовується з деформацією після другої, і в місцях перетину потоків утворюється пік.

Аналіз значення накопиченого ступеня деформації, схем деформації круг-квадрат-круг та круг-овал-круг, що для багато роликових калібрів, на відміну від двохроликових, накопичена ступінь деформації в центрі струмка мінімальна, а в місцях роз'ємів калібру - максимальна.

По величині накопиченого ступеня деформації видно, що з ростом витяжки відбувається збільшення величини накопиченого ступеня деформації як в центрі, так і в поверхневому шарі. При протягуванні через трикутний перетин з витяжкою 1,45 деформація в центрі збільшилася з 0,239 до 0,404 (на 69%), в поверхневому шарі з 0,588 до 0,764 (на 30%). При протягуванні через квадратний перетин з витяжкою 1,45 деформація в центрі збільшилася з 0,232 до 0,395 (на 70%), в поверхневому шарі з 0,542 до 0,757 (на 39,7%).

Для порівняльного аналізу накопиченої ступеня деформації різних способів волочіння побудували узагальнений графік розподілу накопиченого ступеня деформації в центрі і в поверхневому шарі дроту (рис. 1).

З розподілу накопиченого ступеня деформації в центрі і в поверхневому шарі дроту, під час волочіння в монолітній волоці спостерігається мінімальний градієнт накопиченого ступеня деформації по периметру на поверхні дроту. При волочінні в просторово-закритому калібрі вирівнюється значення накопиченого ступеня деформації між мінімальним його значенням на поверхні і в центрі дроту, а також зростає градієнт по периметру на поверхні дроту. При волочінні в здвоєних

роликових волоках підвищується значення накопиченого ступеня деформації як в центрі, так і на поверхні

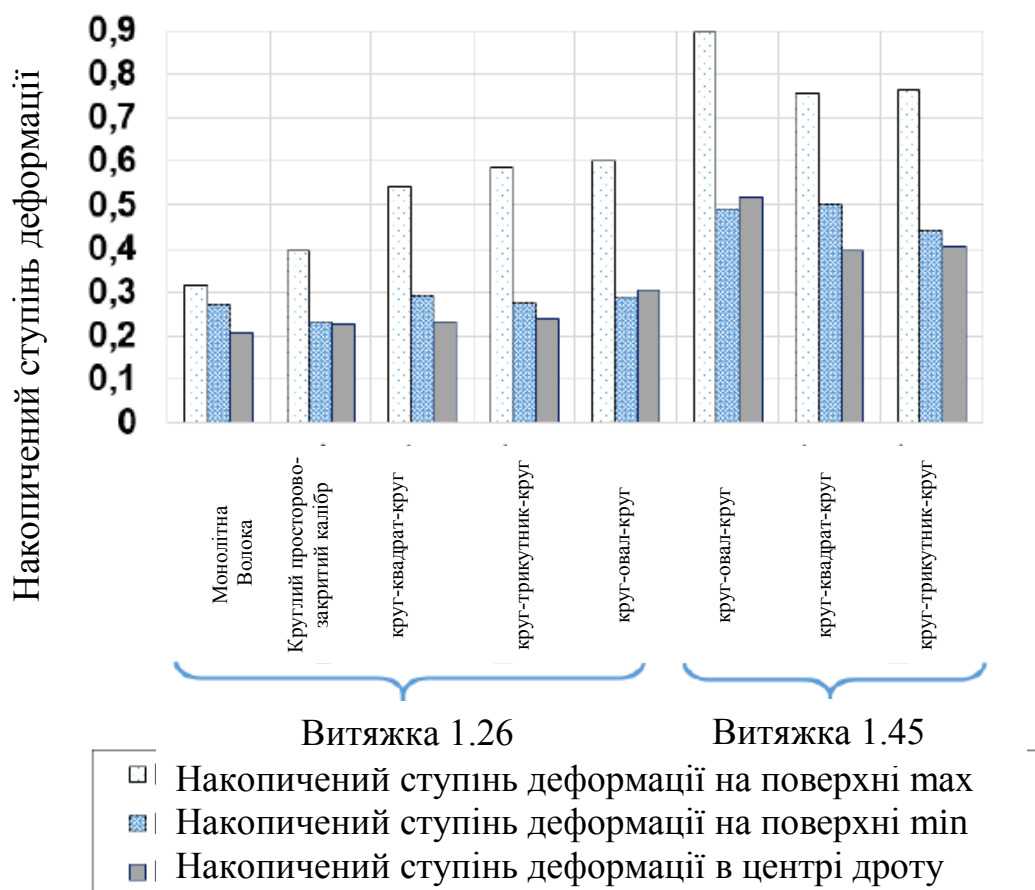


Рис. - 1. Розподіл накопиченого ступеня деформації під час волочіння в монолітних і роликових волоках

При цьому зі збільшенням числа роликів зменшується градієнт нерівномірності накопиченого ступеня деформації на поверхні дроту. З підвищенням витяжки характер розподілу накопиченого ступеня деформації зберігається, при цьому збільшується її величина як в центрі, так і на поверхні.

Висновки. Мінімальне гідростатичне напруження на осі дроту при кутах волок $2\alpha = 6^\circ, 8^\circ$ і 10° буде при величині дельта-фактора 1,29, а кутів $2\alpha = 12^\circ, 14^\circ$ і 16° – 1,40. Для кожного робочого кута волок існує область значень дельта-фактора і діапазон обтисків, що забезпечують максимальний обтиск при мінімальному зусиллі волочіння. Зі збільшенням значення дельта-фактора збільшується як область дії, так і величина розтягувального гідростатичного напруження. Так, при значенні дельта-фактора менше 1,50 на осі дроту немає розтягувального гідростатичного напруження, а при значенні дельта-фактора 2,0 площа розтягувального гідростатичного напруження складе близько 11% загальної площі дроту величиною 200 МПа. При підвищенні значення дельта-фактора також продовжується зростання площі та величини розтягувального гідростатичного напруження. При значенні дельта-фактора менше 1,20, тобто при збільшенні обтиску спостерігається різке підвищення значення критерію руйнування Кокрофта-Латама та гідростатичного напруження на осі дроту. У діапазоні від 1,20 до 2,0 показник Кокрофта-Латама практично не змінюється для

цього робочого кута волоки. При перевищенні значення дельта-фактора 2,0 знижується обтиск, і збільшується гідростатичне напруження при зниженні значень Кокрофт-Латама. При волочінні в монолітних волоках зі збільшенням робочого кута волоки підвищується накопичений ступінь деформації як на поверхні, так і центрі дроту, а також збільшується градієнт між центром і поверхнею. Коефіцієнт жорсткості у всіх аналізованих схемах дорівнює одиниці, що говорить про повне опрацювання перерізу дроту. Показник Надаї-Лоде при волочінні у круглому просторово-закритому трироликовому калібрі має таку ж величину, як і при волочінні в монолітній волоці, тобто у осередку деформації переважає схема лінійного розтягу. В інших схемах у місцях роз'ємів роликів з'являються напруження стиску.

Список використаних джерел

1. Bonath, V., Edeskär, T., Lintzén, N., Fransson, L., and Cwirzen, A.: Properties of ice from first-year ridges in the Barents Sea and Fram Strait, *Cold Reg. Sci. Technol.*, 168, 102890, 2019.
2. Clem, K. R., Fogt, R. L., Turner, J., Lintner, B. R., Marshall, G. J., Miller, J. R., and Renwick, J. A.: Record warming at the South Pole during the past three decades, *Nat. Clim. Chang.*, 10, 762–770, 2020.
3. Frantz, C. M., Light, B., Farley, S. M., Carpenter, S., Lieblappen, R., Courville, Z., Orellana, M. V., and Junge, K.: Physical and optical characteristics of heavily melted “rotten” Arctic sea ice, *The Cryosphere*, 13, 775–793, 2019.
4. Hui, F., Zhao, T., Li, X., Shokr, M., Heil, P., Zhao J., Zhang L., and Cheng X.: Satellite-based sea ice navigation for Prydz Bay, East Antarctica, *Remote Sens.*, 9, 518, 2017.
5. Ji, S., Chen, X., and Wang, A.: Influence of the loading direction on the uniaxial compressive strength of sea ice based on field measurements, *Ann. Glaciol.*, 61, 86–96, 2020.
6. Karulina, M., Marchenko, A., Karulin, E., Sodhi, D., Sakharov, A., and Chistyakov, P.: Full-scale flexural strength of sea ice and freshwater ice in Spitsbergen Fjords and North-West Barents Sea, *Appl. Ocean Res.*, 90, 101853, 2019.
7. Sinsabvarodom, C., Chai, W., Leira, B. J., Høyland, K. V., and Naess, A.: Uncertainty assessments of structural loading due to first year ice based on the ISO standard by using Monte-Carlo simulation, *Ocean Eng.*, 198, 106935, 2020.

Олексій ЖУПАНОВ*⁴,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ЗЕРНА

Анотація. В статті розроблені способи знезараження і обґрунтовані режими впливу полем НВЧ (надвисоких частот) на щойно зібране зерно, що дозволяє знизити зараженість патогенною мікрофлорою і збільшити терміни безпечного зберігання без втрати товарних якостей.

Anotation. The article develops methods of disinfection and substantiated modes of influence of the microwave field (ultrahigh frequencies) on freshly harvested grain, which reduces the contamination of pathogenic microflora and increase the period of safe storage without loss of marketability.

Вступ. Наявні у літературних джерелах дані говорять про те, що 5-7 млн. т., що збирається зерна не може бути використане в харчових і кормових цілях. Дослідження фахівців в Київській та Вінницькій областях показують наявність і зростання проблеми з зараженням зерном фузаріозом. Дані показують, що знезараження зерна є важливим господарським та науковим завданням. Знезараження зерна необхідно проводити після збирання і на різних етапах його зберігання і переробки.

Виклад основного матеріалу. В даний час існує широкий спектр методів знезараження зерна. Найбільш привабливими з точки зору екології і можливості вбудовування в технологічні лінії післязбиральної обробки зерна є електрофізичні методи [1, 2, 3].

В результаті численних досліджень встановлено, що вплив поля НВЧ призводить до нагрівання зернинки по всьому об'єму і більшою мірою в тих її місцях, де вологість вище. Якщо вологість всередині зернинки вище у зародка, то він і буде нагріватися більше. При знезараженні свіжозібраного зерна необхідно враховувати розподіл в ньому вологи [4].

Необхідно забезпечити такі режими обробки зерна мікрохвильовим полем, щоб забезпечити достатній нагрів його поверхні без перегріву зародка.

Виходячи з цих передумов була розроблена та виготовлена експериментальна установка та проведені експериментальні дослідження по перевірці режимів знезараження зерна (рис. 1).

Дослідження проводилися при двох режимах роботи магнетрона: постійний і імпульсний, з довжиною імпульсу 4 секунди.

Залежно від потужності використовуваних джерел поля НВЧ, змінюється

⁴*Науковий керівник к.т.н., доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Полєвода Ю.А.

питома потужність, що поглинається зерном. В експериментах використовувався магнетрон потужністю 900 Вт і частотою 2,45 ГГц, як найбільш поширений, зручний в експлуатації і дешевий. Так само питома потужність залежить від глибини проникнення і відстані від магнетрона, на якому розташована зернівка. Оскільки розподіл температури в зернівці так само залежить від питомої потужності, вимірювання температури на поверхні і в центрі зернівки будемо проводити при трьох різних питомих потужностях, розрахованих на відстані 30, 60 і 90 мм від магнетрона відповідно, що дозволить оцінити вплив питомої потужності електромагнітного поля на розподіл вологи та температури всередині зернівки при різних режимах обробки полем НВЧ.

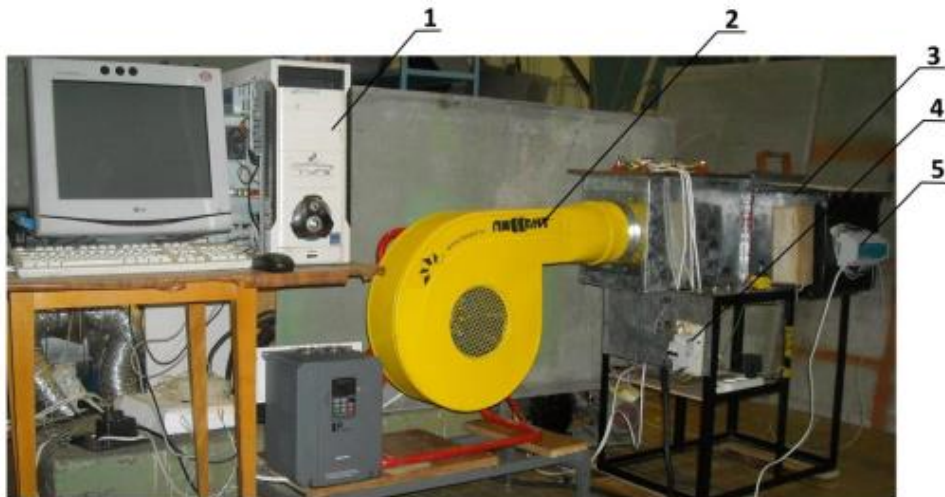


Рис. 1 - Загальний вигляд експериментальної установки: 1 – персональний комп'ютер з встановленою SCADA системою, 2 – вентилятор для охолодження матеріалу, 3 – активна зона з магнетроном, 4 – блок управління магнетроном, 5 – аналоговий модуль введення з підключеними термопарами

З усього вищесказаного в якості незалежних факторів, що впливають на різницю температур між центром і поверхнею зерна Θ , обрані фактори, представлені в таблиці 1. При цьому слід враховувати, що експеримент проводиться для двох режимів, імпульсного і постійного.

Таблиця 1

Фактори експериментальних досліджень і рівні їх варіювання

Фактори	Рівні варіювання		
	1	0	1
Час обробки, τ , с.	до 240		
Вологість зерна, W_n , %	1	1	1
	2	5	8
Питома потужність $P_v, MBm/m^3$	0	1	3
	,966	,987	,278

В результаті проведених експериментальних досліджень отримані графіки зміни температури в центрі і на поверхні зернівки різної вологості при різній питомій потужності поля НВЧ. Такі графіки для вологості 12% наведено на рис. 2.

З рисунку видно, що в режимі постійного впливу поля НВЧ протягом всього процесу обробки зерна спостерігається перевищення температури центру зернівки, над температурою його поверхні. Такий розподіл температур підтверджує інформацію про те, що навіть зерно кондиційної вологості має більш високий вміст води в області зародка.

При імпульсній дії в початкові моменти часу температура нагрівання поверхні зерна вище температури центру зернівки. Уже після 10 - 15 с впливу мікрохвильовим полем температура центру стає вище температури поверхні.

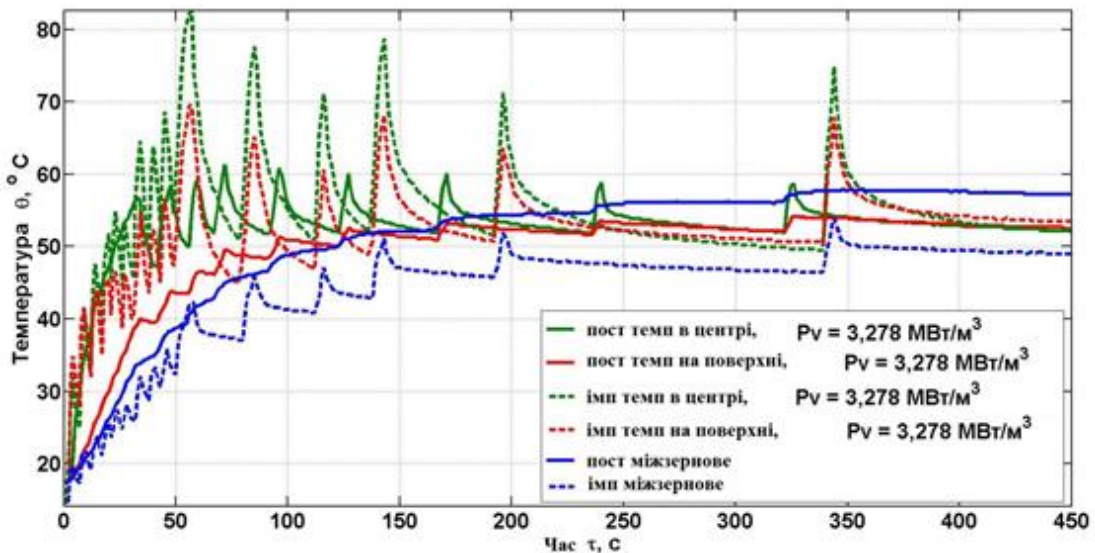


Рис. 2 - Графік зміни температури в центрі і на поверхні зернівки вологістю 12% при постійному і імпульсному впливі поля НВЧ питомою потужністю $3,278 \text{ МВт/м}^3$

Можливо, в цьому випадку істотне значення має потужність мікрохвильового поля, яке при імпульсному впливі сприяє миттєвому переміщенню парів води з центру до поверхні зернівки. Результати мікрохвильового впливу полем з більш низькою питомою потужністю представлені на рис. 3.

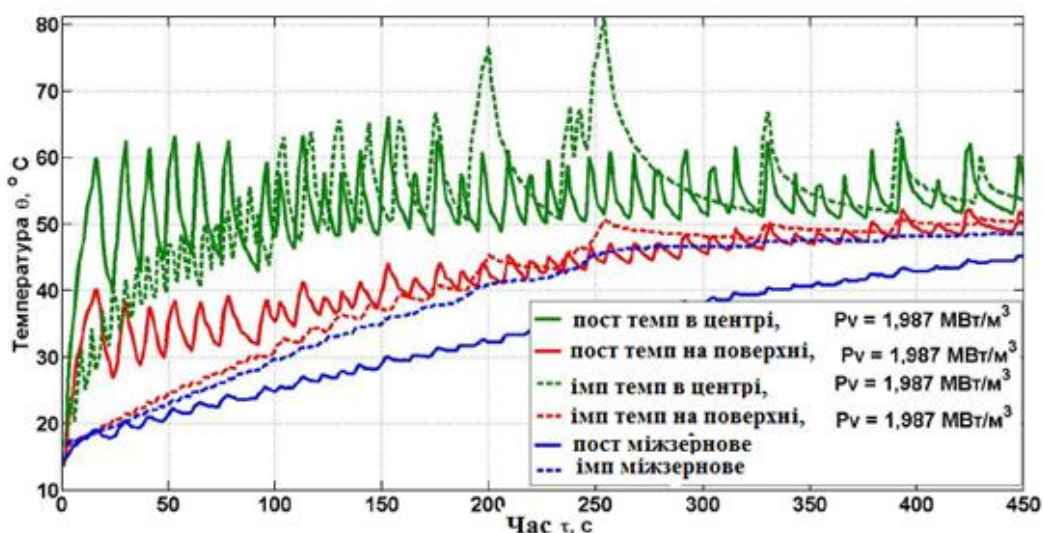


Рис. 3 - Графіки зміни температури в центрі і на поверхні зернівки вологістю 12% при постійному і імпульсному впливі поля НВЧ питомою потужністю $1,987 \text{ МВт/м}^3$

З графіків видно, що зменшення питомої потужності поля НВЧ призвело до

того, що навіть при імпульсній його дії протягом усього періоду обробки температура центру зернівки залишається вище температури її поверхні. Характерні зміни є температури міжзернового простору. Так при питомій потужності поля НВЧ 3,278 МВт/м³ (рис. 2) температура міжзернового простору наближається до температури зерна. Тим самим навколо зерна створюється температурний фон, що сприяє знищенню мікроорганізмів. При більш низькій питомій потужності поля НВЧ температура в міжзерновому просторі зростає повільніше. Причому при постійному впливі електромагнітного поля швидкість наростання нижче, ніж при імпульсному впливі (рис. 3).

Висновки. Застосування імпульсного режиму обробки зерна полем НВЧ дозволяє змінити розподіл температур між центром і поверхнею зернівки. Температура нагрівання поверхні зернівки стає вище температури її центру. Різниця температур між центром і поверхнею зернівки при імпульсному режимі обробки залежить від вологості зерна, а температура міжзернового простору значно нижча за температуру нагрівання зерна, що не дозволяє розраховувати на неї, як середовище для знезараження поверхні зерна.

Список використаних джерел

1. Цуркан О.В., Полєвода Ю.А., Присяжнюк Д.В. Розробка та дослідження високопродуктивного електронного пристрою для синтезу озону у вібраційній сушарці. Вібрації в техніці та технологіях. 2021. № 3 (102). С. 15–23.
2. Станкевич Г. М., Страхова Т. В., Атаназевич В. І. Сушіння зерна: підручник. Київ: Либідь, 1997. 352 с.
3. Бандура В. М., Цуркан О. В., Паламарчук В. І. Экспериментальное исследование технологических параметров процесса инфракрасной сушки движущегося шара сырья масличных культур. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2015. Vol. 17, No. 4. P. 211–214.
4. Цуркан О. В., Полєвода Ю. А., Присяжнюк Д. В. Розробка та дослідження високопродуктивного електронного пристрою для синтезу озону у вібраційній сушарці. Вібрації в техніці та технологіях. 2021. № 3 (102). С. 15–23.

Юрій АНДРОНАТІЙ⁵,
студент 3 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПУЛЬСАТОРА ДОЇЛЬНОГО АПАРАТУ

Анотація. Мета досліджень полягає у підвищенні ступеня видоювання та зниження захворюваності корів на мастит шляхом розробки та обґрунтування конструктивно-режимних параметрів пульсатора доїльного апарату.

На розвиток галузі молочного тваринництва, поряд з іншими напрямками, слід звернути особливу увагу. При цьому дуже важлива як технологія вирощування та утримання корів, так і технологічне обладнання для виробництва та переробки молока. Доїння корів – одна з найважливіших операцій технологічного процесу. Від того, наскільки відповідає доїльне обладнання фізіології тварин, залежить молочна продуктивність та здоров'я вимені корів. Найбільш адаптовано доїння корів на доїльних установках типу «Ялинка», «Паралель», «Тандем» у автоматизованих доїльних залах. Виробництвом таких установок займаються зарубіжні фірми «Імпульс», «Вестфалія», «Де Лаваль», а також вітчизняні підприємства. Зазвичай вони містять у складі елементи автоматики, які дозволяють процес доїння зробити керованим, залежно від інтенсивності молоковіддачі, забезпечуючи різний режим стимуляції молочних залоз. При цьому змінюються такі важливі параметри, як частота пульсацій, співвідношення тактів пульсатора та вакуумметричний тиск доїння.

Annotation. The aim of the research is to increase the degree of milking and reduce the incidence of mastitis in cows by developing and justifying the design and regime parameters of the pulsator of the milking machine.

Special attention should be paid to the development of the dairy industry, among other areas. At the same time, both the technology of raising and keeping cows and technological equipment for milk production and processing are very important. Milking cows is one of the most important operations of the technological process. Milk productivity and udder health of cows depend on the suitability of milking equipment for animal physiology. Milking of cows on milking parlors such as "Yalinka", "Parallel", "Tandem" in automated milking parlors is most adapted. The production of such installations is carried out by foreign companies "Impulse", "Westphalia", "De Laval", as well as domestic enterprises. They usually contain elements of automation, which allow the milking process to be controlled, depending on the intensity of milk production, providing a different mode of stimulation of the mammary glands. This changes such important parameters as pulsation frequency, pulsator stroke ratio and vacuum milking pressure.

⁵*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Бабин І.А.

Вступ. Машинне доїння корів – один з небагатьох виробничих процесів, в якому машина тісно пов'язана з твариною, впливає на її поведінку, продуктивність, стан здоров'я. При цьому найбільше впливає на здоров'я корови та якість молока доїльний апарат в якому вирішальну роль відіграє пульсатор. Визначення раціональних конструктивних та технологічних параметрів пульсатора забезпечує можливість контролювати параметри режимної характеристики доїльного апарату, керувати процесом молоковіддачі, покращити якість молока та зменшити шкідливий машинний вплив на тварину, враховуючи її фізіологічні особливості [2].

Через недостатню експлуатаційну надійність вітчизняних доїльних апаратів значно зростають витрати на їх обслуговування і ремонт [3]. Детально вивчений характер зміни основних показників надійності вузлів доїльного апарату показав, що основна частина відмов припадає на пульсатор. Найменш надійними елементами цього вузла є мембрана і дросельний канал [4].

Тому задача розробки високонадійного пульсатора, конструктивно-технологічні параметри якого відповідають зоотехнічним, санітарно-гігієнічним та міжнародним техніко-технологічним вимогам (ISO 3918, ISO 5707, ISO 6690) є актуальною для розвитку молочної галузі сільськогосподарського виробництва.

Метою роботи є підвищення ефективності машинного доїння корів шляхом розробки багатофункціонального пульсатора доїльного апарату з обґрунтуванням параметрів та режимів його роботи.

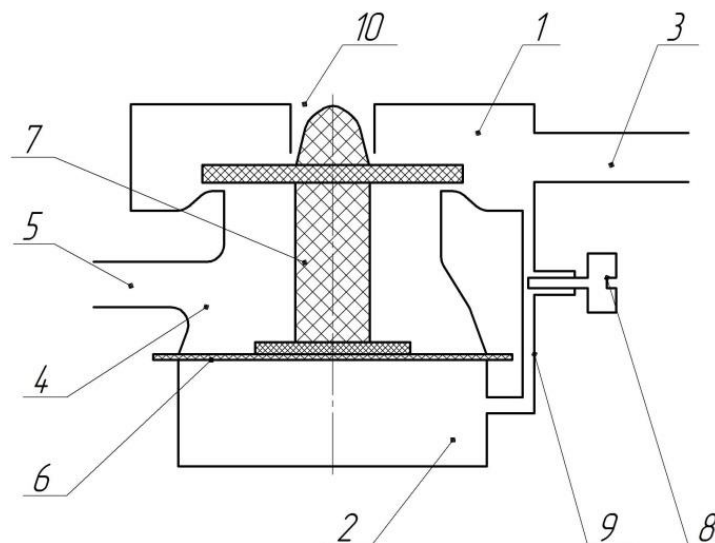
Аналіз попередніх досліджень. Аналіз сучасних, вітчизняних джерел інформації та джерел інформації зарубіжних країн дає змогу чітко визначити які технічні засоби більш доцільні до застосування на даному етапі розвитку по виробництва молока.

Пульсатор призначено для автоматичного переключення вакууму і атмосферного тиску. Робота пульсатора визначає такі параметри доїльної установки, як число пульсацій, співвідношення тактів пульсацій та характер взаємодії гуми доїльних стаканів з дійкою корови. В залежності від типу робочого органу пульсатори можна розділити на три групи: поршневі, мембранні, електромагнітні та кулькові.

Найбільш поширені мембранні пульсатори. Широке застосування знайшли пульсатори серійного виробництва: АДУ 02.100, ДД 4-1, пульсатор «Майга», СБ-14 та інші. Однак вивчений в [4] характер зміни основних показників надійності вузлів доїльного апарату показав, що основна частина відмов припадає на пульсатор (45,56 %) через достатньо складну конструкцію. Найменш надійними елементами пульсатора є мембрана і дросельний канал. В процесі роботи пульсатора відбувається старіння гуми мембрани та засмічення дросельного каналу із зменшенням його діаметру. Провівши патентно-інформаційний аналіз виявлено деякі конструкції пульсаторів, які мають відносно просту конструкцію.

Патентом № 148645 [6] запропоновано пульсатор (рис. 1), який містить дві камери 1 та 2 змінного вакууму, одна з яких патрубком 3 з'єднується з міжстінковим простором доїльного стакану; камера 4 постійного вакууму патрубком 5 з'єднується з вакуумною магістраллю; мембрана 6; клапан 7 і регулюючий пристрій 8. Камери 1 і 2 з'єднані між собою каналом 9. Камера 4 відділена від камери 2 мембраною 6 і з'єднана з камерою 1. Камера 1 має канал 10,

Пульсатор працює наступним чином: у момент підключення камери 4 до вакуумної магістралі в камері 2 знаходиться повітря. В результаті над мембраною створюється тиск менший, ніж під мембраною, яка прогинається вгору і піднімає клапан. Клапан перекриває канал 10 з'єднуючи камеру 1 з камерою 4. Поступово повітря з камери 2 по каналу 9 відсмоктується і тиск по обидва боки мембрани зрівнюється. Під дією атмосферного тиску клапан 7 переміщається вниз. Канал 10 відкривається, і по ньому в камеру 1 і в міжстінковий простір доїльного стакана надходить повітря. Далі камера 2 через канал 9 починає наповнюватися повітрям, і весь процес повторюється.



Недоліком даного пульсатора доїльного апарата згідно з патентом є те що в разі засмічення дросельного каналу не забезпечується необхідний режим роботи доїльного апарата.

Виклад основного матеріалу. Згідно досліджень [4] за рахунок очищення атмосферного повітря, яке потрапляє у доїльний апарат і контактує з молоком можна досягти зменшення бактеріального обсіменіння молока від 1000 тис./мл до 400 тис./мл. За ДСТУ 3662-97 при таких значеннях бактеріального обсіменіння якість молока покращиться з другого до першого гатунку.

238

камера 2 і керуюча камера 4 є камерами змінного тиску. Розрідження в пульсатор підводять через патрубок 13, а змінний тиск виводять через патрубок 14 з робочої камери 2 пульсатора. У мембрані 5 ближче до периферії проти канавки 15 кришки виконаний канал 16, який збігається через канавки 15 і 17 і канал 18 в кришці з регульованим дроселем 7 частоти пульсів. Канавка 17 з'єднана через канал 19 з патрубком 14, що відводить від робочої камери 2 змінний тиск. Камера 3 постійного атмосферного тиску через канал 20, виконаний в корпусі, сполучена з навколишнім повітрям приміщення через бактерицидну тканину 9.

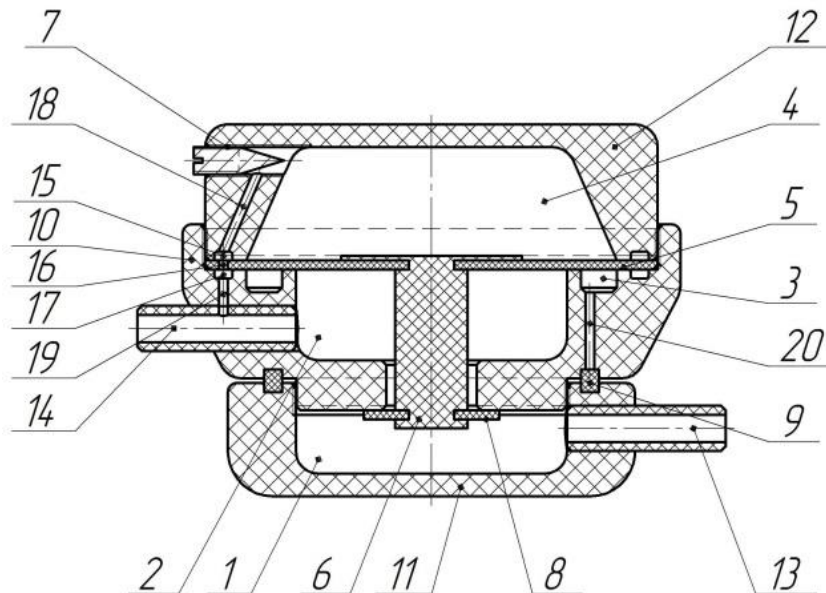


Рис. 2. Конструктивна схема розробленого пульсатора доїльного апарата

Розроблений пульсатор доїльного апарата працює наступним чином (рис. 3). При з'єднанні камери 1 постійного вакууму через патрубок 13 із джерелом вакууму клапан 8 під дією різниці тисків відкривається, а еластична мембрана 5 закриває надходження повітря з камери 3 постійного атмосферного тиску в робочу камеру 2. При цьому в робочій камері 2 створюється розрідження, яке направляє через патрубок 14 в міжстінкові камери доїльних стаканів, і створюється такт ссання. У камері 4, з'єднаної з патрубком 14 через канал 19, кільцеву канавку 17, канал 16 мембрани, канавку 15, канал 18 кришки, регульований дросель 7, відсмоктується повітря і створюється розрідження. Після закінчення деякого часу різниця тисків у камерах 3 і 4 викликає переміщення мембрани і клапана в бік камери 4. Повітря з камери 3 надходить в камеру 2 через утворену щілину піднятою мембраною 5 над корпусом. Потім повітря з камери 2 направляють в патрубок 14 і далі в міжстінкові камери доїльних стаканів і утворюється такт стискання. Атмосферне повітря надходить у камеру 3 постійного атмосферного тиску через бактерицидну тканину 9, а потім через канал 20. Завдяки цьому повітря очищається і піддається санації. Після закінчення деякого часу повітря з робочої камери 2 через канал 19, канавку 17, канал 16, канавку 15, канал 18, дросель 7 знову надходить під кришку 12 і в керуючу камеру 4, і цикл повторюється.

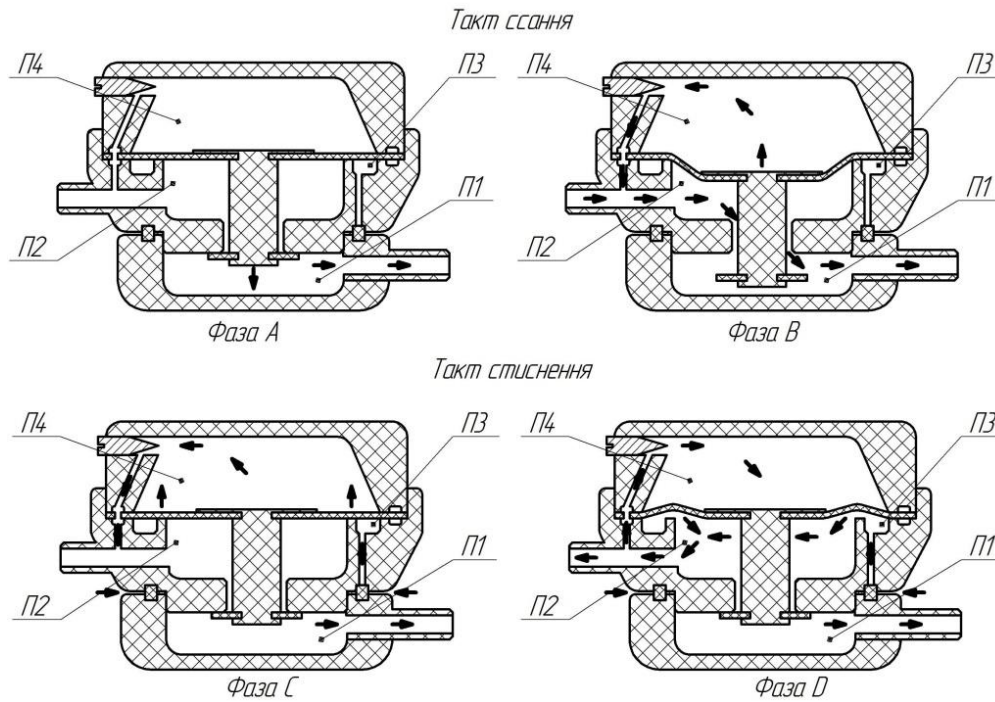


Рис. 3. Схема принципу роботи розробленого пульсатора доїльного апарату

Тривалість тактів при встановленому режимі роботи доїльного апарату визначається за інтервалами часу, за які відбувається переключення клапанів пульсатора (рис. 4).

Розрахунок базується на врахуванні закономірностей, що спостерігаються при перетіканні повітря з управляючої камери П4 пульсатора в робочу камеру П2 і навпаки (рис. 4). Перетікання повітря крізь канал малого перетину відбувається під дією перепаду тиску. При встановленому режимі за час t_{cm} , що відповідає такту всасня, відбувається відкачування повітря з герметичної ємності постійного об'єму (камера П4) у необмежений об'єм (камера П2). При цьому в камері П4 вакуум зростає від P_{min} до P_{max} , а в камері П2 і системі вакуумпроводу підтримується постійний вакуум P .

За час t_{cm} , що відповідає такту стиснення, відбувається впуск повітря з необмеженого об'єму (камера П2) у герметичну ємність (камера П4) зі зменшенням вакууму від P_{min} до P_{max} .

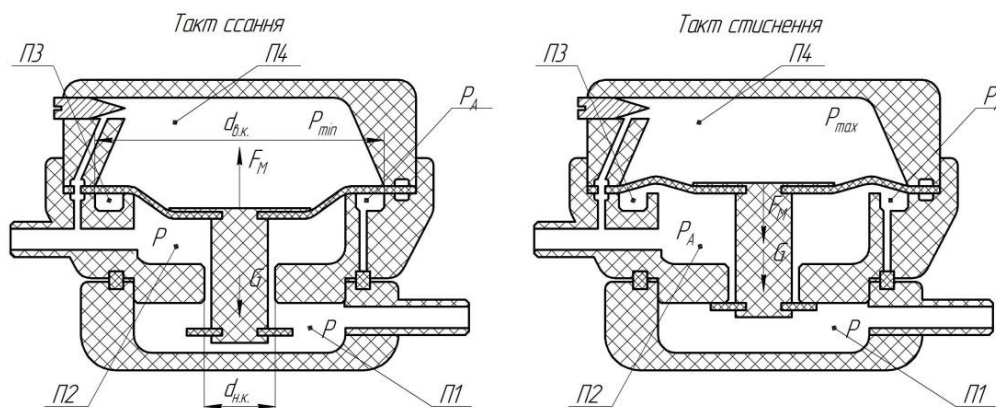


Рис. 4. Розрахункова схема роботи пульсатора доїльного апарату

Висновки. В даній статті наведено аналіз патентних досліджень мембранних пульсаторів доїльних апаратів. На основі аналізу запропоновано конструкцію пульсатора доїльного апарату, що відповідає зоотехнічним вимогам і в якому підвищується ступінь очищення атмосферного повітря, що надходить в пульсатор, забезпечується бактерицидна очистка і за рахунок цього підвищується експлуатаційна надійність роботи пульсатора, а також підвищується якість молока. Проведено розрахунок конструкційних параметрів розробленого пульсатора: визначено діаметри верхньої і нижньої частини клапана. Отримано залежність зміни частоти і співвідношення тактів пульсацій розробленого пульсатора доїльного апарату від тривалості його експлуатації. Встановлено теоретичний час спрацьованості розроблено пульсатора.

Список використаних джерел

1. Фененко А.І., Римар Д.О. Порівняльна характеристика та режими роботи генераторів імпульсів доїльних апаратів. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2001. № 84. С. 167-171.
2. Фененко А.І., Москаленко С.П., Ремезов Л.В. Механізація доїння корів і первинної обробки молока на комплексах. Київ: Урожай, 1981. 136 с.
3. Ревенко І.І., Брагінець М.В., Ревенко В.І. Машина та обладнання для тваринництва : підручник. Київ : Кондор, 2012. 713 с.
4. Ревенко І.І., Заболотько О.О., Хмельовський В.С. та ін. Машина і обладнання для тваринництва. Ніжин: видавець ПП Лисенко М.М., 2016. 584 с.
5. Бабин І.А. Дослідження метрологічних характеристик пристрою для вимірювання вакуумметричних параметрів лінії промивання доїльної установки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (102). С. 5-10.
6. Фененко А.І. Механізація доїння корів. Теорія і практика: Монографія; Київ : ННЦ «ІАЕ», 2008. 198 с.

Олександр АННЕНКОВ *,

студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ПОТОКУ РІДИНИ У ЗМІШУВАЧІ З ГІДРОМЕХАНІЧНИМ ПРИВОДОМ

Анотація. Описуються результати моделювання течії рідини в робочому просторі лопатевого змішувача постійної витрати різних конфігурацій, які отримані на основі чисельного вирішення рівнянь Нав'є-Стоксу для ламінарного перебігу з використанням методу кінцевих елементів. Встановлено вплив довжини капілярної трубки та форми дна циліндра на метрологічні властивості

*Науковий керівник: доктор філософії, старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Бурлака С.А.

віскозиметра. З урахуванням отриманих у ході проведеного математичного експерименту, розроблена функціональна схема пристрою вимірювання в'язкості.

Abstract. The results of modeling the fluid flow in the working space of a paddle mixer of constant flow of different configurations, which are obtained on the basis of numerical solution of Navier-Stokes equations for laminar flow using the finite element method, are described. The influence of capillary tube length and cylinder bottom shape on metrological properties of viscometer is established. Taking into account the results obtained during the mathematical experiment, the functional diagram of the viscosity measuring device is developed.

Вступ. В даний час у різних галузях промисловості відбувається суттєва інтенсифікація технологічних процесів. Для якісного контролю та управління цими процесами застосовуються сучасні автоматизовані системи, що включають себе безліч технічних засобів. Найбільшу частку похибки вимірювань у цих системах мають технічні засоби польового рівня, до яких належать і автоматичні капілярні віскозиметри. Цілковито виключити похибку технічних засобів першого рівня автоматизації поки що не вдається, але її можна знизити [1,2,3]. Підвищення точності вимірювань є актуальним завданням. З цієї метою необхідно глибше вивчати гідродинамічні процеси всередині простору капілярних віскозиметрів. Вирішити це завдання з досить високою точністю дозволяють сучасні методи обчислювальної гідродинаміки (CFD).

Виклад основного матеріалу. Серед сучасних методів вимірювання в'язкості найбільшого поширення набув капілярний. Головними його перевагами є порівняльна простота реалізації та можливість досить точного моделювання вимірювальної процедури [4].

Рівняння нерозривності :

$$\frac{\partial \rho_g}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho_g V_g) = Q_{mass}^p \quad (1)$$

Рівняння збереження маси для Речовини 1:

$$\frac{\partial (\rho_g Y_1)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho_g V_g Y_1) = \vec{\nabla} \cdot \left(\left(\rho_g D_1 + \frac{\mu_t}{Sc_t} \right) \vec{\nabla} Y_1 \right) + Q_{mass}^p \quad (2)$$

Турбулентне число Шмидта покладається рівним одиниці:

$$Sc_1 = \frac{\mu_t}{\rho_g D_1} = 1 \quad (3)$$

Масова концентрація Речовини 0 знаходиться з умови:

$$Y_0 + Y_1 = 1 \quad (4)$$

Рівняння збереження імпульсу :

$$\frac{\partial (\rho_g V_g)}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho_g V_g \otimes V_g) = -\vec{\nabla} P + \vec{\nabla} \cdot \hat{\tau}_g + \rho_g g + \bar{Q}_{mom}^p \quad (5)$$

де

$$\tau_{g\alpha\beta} = -\frac{2}{3} \rho_g k_g \mu_{\alpha\beta} + \mu_{g,eff} \left(\frac{\partial V_{g\beta}}{\partial x_\alpha} - \frac{\partial V_{g\alpha}}{\partial x_\beta} \right) - \frac{2}{3} \mu_{g,eff} \frac{\partial V_{g,r}}{\partial x_r} \delta_{\alpha\beta} \quad (6)$$

Ефективна в'язкість визначена таким чином:

$$\mu_{g,eff} = \mu_g + \mu_t \quad (7)$$

Рівняння збереження енергії (для моделі Слабкостискаюча рідина:

$$\frac{\partial(\rho_g h_g(T_g))}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho_g V_g h_g(T_g)) \left\{ - \left(- \left(\frac{\lambda_g}{c p_g} + \frac{\mu_t}{Pr_t} \right) \vec{\nabla} h_g(T_g) \right) \right\} + Q_{enth}^p \quad (8)$$

Турбулентне число Прандтля покладається рівним одиниці:

Частки, що не випаровуються, можна розраховувати в моделях ламінарної рідини і нестискуваної рідини [5]. Частки, що випаровуються, треба розраховувати в моделях слабкостискаючої рідини або рідини, що повністю стискається.

Динаміка частки:

$$\frac{dX_\rho}{dt} = V_\rho \quad (9)$$

$$\frac{dX_\rho}{dt} = V_\rho \quad \frac{dV_\rho}{dt} = \frac{\pi d^2}{8m} C_{D\rho_g} |V_r| V_r + g \left(1 - \frac{\rho_g}{\rho_p} \right) \quad (10)$$

де

$$V_r = V_g - V_p \quad (11)$$

- швидкість частки фази, що відносно несе. Ефект приєднаної маси не враховується. Сили Бассета, Сафмана і Магнуса - теж.

Швидкість фази, що несе, представляється у вигляді суми середньою $\langle V_g \rangle$ і пульсуючою $\dot{V}_g$ складових:

$$V_g = \langle V_g \rangle + \dot{V}_g \quad (12)$$

При цьому і- та компонента пульсуючої складової моделюється так:

$$\dot{V}_{gi} = \sqrt{\frac{2}{3}k} \cdot \varphi_i + \dot{V}_{dri} \quad (13)$$

Тут - випадкове число Гауса. Дрейфова швидкість $\dot{V}_{dr}$ обчислюється таким чином:

$$\dot{V}_{dri}(t + \Delta t) = \dot{V}_{dri}(t) + \Delta t \frac{1}{3} \frac{\partial k}{\partial x_i} \quad (14)$$

Інтеграція за часом ведеться з початку взаємодії частки з локальним турбулентним вихором [6]. Час взаємодії частки з вихором τ_l - мінімум двох величин: часу життя вихору τ_e і часу прольоту частки через вихор τ_t :

$$\tau_l = \min(\tau_e \cdot \tau_t) \quad (15)$$

$$\tau_e = \frac{l_e}{\sqrt{\frac{2}{3}k}} \quad (16)$$

$$\tau_t = \frac{l_e}{|V_p - \langle V_g \rangle|} \quad (17)$$

Тут l_e - характерний розмір вихору :

$$l_e = C_x^{3/4} \frac{k^{3/2}}{\varepsilon} \quad C_\mu = 0.09 \quad (18)$$

Після закінчення часу взаємодії $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ перераховуються, $\dot{V}_{dr}$ зануляється. Описана модель турбулентної дисперсії часток є спрощеним варіантом моделі, запропонованої в роботі [7].

Моделні частки, що представляють реальні частки цього розміру, розподілені рівномірно по перерізу входу. Користувач повинен задати масовий розподіл реальних часток по чотирьох розмірних групах.

У поточній версії реалізовані п'ять моделей для обчислення C_D .

Модель 1 ("Стандартна") :

$$C_D = \frac{21.12}{Re} + 6.3Re^{-0.5} + 0.25 \quad (19)$$

Модель 2 [8]:

$$C_D = \frac{24}{Re} + 0.44 \quad (20)$$

Модель 3[8]:

$$C_D = \frac{24}{Re} + 4Re^{-13} \quad Re < 1000$$

$$C_D = 0.44 \quad Re \geq 1000 \quad (21)$$

Модель 4 - Стейна (Stein) [8]:

$$C_D = \frac{24}{Re} + 5.48Re^{-0.573} + 0.36 \quad (22)$$

Модель 5:

$$C_D = \frac{24}{Re} + 4.5 \quad Re < 1$$

$$C_D = 25 - 24lgRe + 9.06821lg^2Re - 1.7713lg^3Re + 0.1718lg^4Re - 0.0065lg^5Re \quad 1 \leq Re \leq 3000$$

$$C_D = 0.4 \quad Re > 3000 \quad (23)$$

При $Re < 0.1$ коефіцієнт опору завжди розраховується по Стоксу:

$$C_D = \frac{24}{Re} \quad (24)$$

Передбачається, що теплоперенос усередині частки відбувається нескінченно швидко. Збереження маси :

$$\frac{dm}{dt} = -\dot{m}\pi d^2 \quad (25)$$

$$[\text{кг} \cdot \text{м}^2 \text{с}^{-1}] \quad \dot{m} = \frac{Sh}{Sc} \frac{\mu_g}{d} \Phi \quad (26)$$

У поточній версії реалізовані п'ять моделей для обчислення величини Φ .

Модель 1:

$$\Phi = \ln \left[1 + \frac{Y_{1sat}(T_p) - Y_1}{1 - Y_{1sat}(T_p)} \right] \quad (27)$$

Модель 2:

$$\Phi = \frac{Y_{1sat}(T_p) - Y_1}{1 - Y_{1sat}(T_p)} \quad (28)$$

Модель 3:

$$\Phi = \frac{Y_{1sat}(T_p) - Y_1}{1 - Y_{1sat}(T_p)} \frac{1}{1 + C_{Pvol} \frac{T_g - T_p}{h_{lat}(T_p)}} \quad (29)$$

Модель 4:

$$\Phi = Y_{1sat}(T_p) - Y_1 \quad (30)$$

Модель 5:

$$\Phi = (Y_{1sat}(T_p) - Y_1) \frac{1}{1 + C_{Pvol} \frac{T_g - T_p}{h_{lat}(T_p)}} \quad (31)$$

При $Y_{1sat}(T_p) > 0.99$ і $T_g > T_{p,boil}$ краплі випаровуються в режимі кипіння:

$$\dot{m} = Nu \frac{\lambda_g}{d} \frac{T_g - T_{p,boil}}{h_{lat}(T_{p,boil})} \quad (32)$$

Речовина 1 може конденсуватися на поверхні крапель. Збереження енергії (рівняння для температури частки):

$$\frac{dT_p}{dt} = \left(\dot{q} - \dot{m} h_{lat}(T_p) \right) \frac{6}{d \rho_p c_{p_p}} \quad (33)$$

$$\dot{q} = Nu \frac{\lambda_g}{d} (T_g - T_p) + \sigma_{rad} \varepsilon_{rad} (T_g^4 - T_p^4) \quad (34)$$

У поточній версії реалізовані дві моделі для обчислення чисел Шервуд та Нуссельт.

Модель Кліфта (Klift):

$$\begin{aligned} Sh &= 1 + (1 + ReSc)^{1/3}, & Re &\leq 1 \\ Sh &= 1 + (1 + ReSc)^{1/3} Re^{0.077}, & Re &> 1 \end{aligned} \quad (35)$$

$$\begin{aligned} Nu &= +(1 + RePr)^{1/3}, & Re &\leq 1 \\ Nu &= 1 + (1 + RePr)^{1/3} Re^{0.077}, & Re &> 1 \end{aligned}$$

Модель Фросслінга (Frossling):

$$Sh = 2 + 0.552 Re^{1/2} Sc^{1/3} \quad (36)$$

$$Nu = 2 + 0.552 Re^{1/2} Pr^{1/3}$$

Взаємодія краплі зі стінкою

Для крапель біля стіни визначають число Вебера:

$$We = \frac{\rho_d d V_{dh}^2}{\sigma(T_d)} \quad (37)$$

• У режимі прилипання частка повільно наближається до стінки, приклеюється і вливається в плівку

Режим прилипання: $We < 5$

• При більш високих нормальних швидкостях крапля відскакує від стіни.

Режим відскоку: $5 < We < 10$

• Далі слідує режим вливання аналогічний режиму прилипання

Режим вливання: $10 < We, S < 1$

$$S = \frac{Re}{24 \cdot La^{0.419}}, \quad Re = \frac{\rho_d d V_{dn}}{\mu_d(T_d)}, \quad La = \frac{\rho_d d \sigma(T_d)}{\mu_d(T_d)} \quad (38)$$

Нарешті, найбільш інтенсивна взаємодія відбувається в режимі розбризкування, який характеризується вливанням частини рідини в плівку та поверненням вторинних (істотно дрібніших) крапель у несучу фазу:

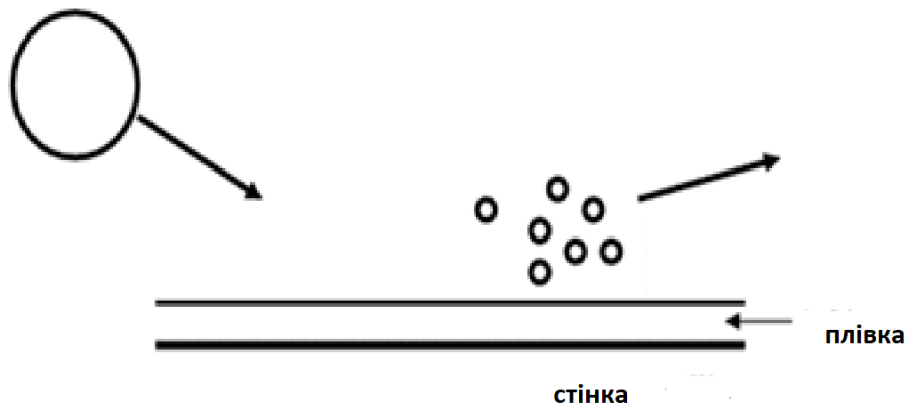


Рис.1. Режим розбризкування: $S > 1$

Емпіричне співвідношення для масової частки рідини, що влилася в плівку:

$$\eta = S^{-0.6} \quad (39)$$

Емпіричне співвідношення для середнього діаметра вторинних крапель:

$$\ln \frac{d_{splash}}{d_0} = -2 \frac{d_0}{d_{ref}} - 0.05S, d_{ref} = 4066 \mu m \quad (40)$$

Тут d_0 – діаметр краплі до зіткнення зі стінкою, d_{splash} – діаметр крапель утворених у процесі зіткнення.

Висновок. Використання математичної моделі в умовах програмного забезпечення дозволяє спрогнозувати рух частки рідини та створити імітаційну модель з подальшим її аналізом.

Список використаних джерел

1. L. Raslavičius, Ž. Bazaras. The analysis of the motor characteristics of D–RME–E fuel blend during on-field tests. *Transport*. №24(3). Vilnius, Vilniaus gedimino technikos universitetas Academia Scientiarum Lithuaniae; 2009. P. 187- 191.
2. Гунько І.В., Бурлака С.А. Математичне моделювання роботи системи живлення дизельного двигуна працюючого на біопаливі з дросельним регулювання складу паливної суміші. *The scientific heritage*. 2020. № 50. С. 34-38.
3. Бурлака С.А. Розробка змішувача біодизельного палива та моделювання процесу змішування. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2020. №1 (11). С. 11-17.
4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основні теорії та розрахунки: Підручник. К.: Вища освіта, 2005. 446 с.
5. Symak D., Gumnitsky J., Atamaniuk V., Nagursky O. Investigation of physical dissolution of benzoic acid polydisperse mixture. *Chemistry and Chemical Technology*. 2017. Volume 11. Issue 4. Pp. 469–474.
6. Поляков А.П., Галушак О.О. Математична модель системи «Двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив». *Міжвузівський збірник "НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ"* Луцьк, 2014. Випуск № 45. С. 438-443.
7. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci*. 1966. V. 6. № 1. P. 34-40.
8. Артёмов М.П. Вплив динаміки машинно-тракторних агрегатів на їх функціональну стабільність. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Випуск №7. Серія: Технічні науки. Машиновикористання у рослинництві та тваринництві. Вінниця. 2011. С. 5 - 10.

Олександр ЖОМІР*,
студент 2 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНГУЛЯРНОГО МАНІПУЛЯТОРА

***Анотація.** Стаття присвячена дослідженню динамічних характеристик ангулярного маніпулятора. Було досліджено всі необхідні сполучення між деталями, які рухаються, розрахунок руху, який займає багато часу, адже програма в режимі реального часу аналізує задані рухи.*

***Abstract.** The article is devoted to the study of the dynamic characteristics of the angular manipulator. All the necessary connections between moving parts, the calculation of movement, which takes a lot of time, because the program analyzes real-time movements in real time, were studied.*

Вступ. В умовах сьогодення, механічні маніпулятори виступають у ролі основних типів виконавчих систем промислових роботів та являють собою просторові механізми у вигляді кінематичних ланцюгів, до складу яких входять ланки, кінематичні пари та системи приводів, зазвичай окремих для кожного ступеня вільності.

Маніпулятор, як механічна система, являє собою керований багатоланковий просторовий механізм, основними компонентами якого є виконавчий пристрій, що приводить в дію робочий орган, відповідно до заданих законів руху, що в підсумку дозволяє виконання потрібних технологічних операцій.

Виклад основного матеріалу. Дослідження динамічних характеристик ангулярного маніпулятора було проведено у програмі SolidWorks, а саме за допомогою додатку SolidWorks Motion та вже готової 3D моделі у цій програмі.

Перед початком проведення досліджень було створено всі необхідні сполучення між деталями, які рухаються. Далі за допомогою вікна анімації та панелі інструментів для створення рухів було надано всі необхідні для дослідження налаштовані двигуни (Рис.1). Останнім етапом в створенні анімації є розрахунок руху, який займає багато часу, адже програма в режимі реального часу аналізує задані рухи.

Динамічні характеристики будуть наступними: сила F , кутова швидкість ω , кутове прискорення a . Щоб їх визначити потрібно задати рух ланок моделі маніпулятора, а саме повернути на певні кути, які було визначено ще у попередньому розділі. Далі програма розрахує масив даних, на основі яких побудуються графіки, за якими можна визначити значення динамічних характеристик при певному куті повороту ланки і в конкретний момент часу.

*Науковий керівник: к.т.н., доцент, кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці
Купчук І.М.

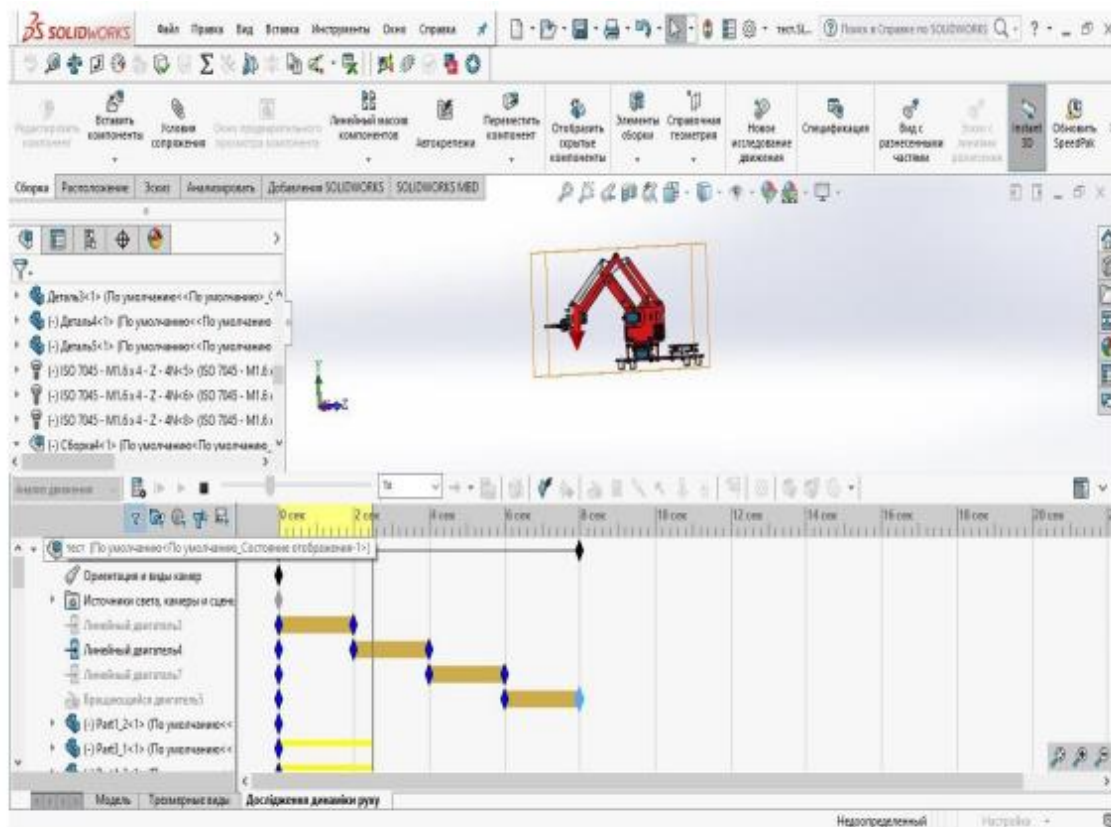


Рис. 1 Вікно налаштування анімації рухів маніпулятора.

Визначення динамічних характеристик в точках ϕ_1 і ϕ_2 . Було задано рух ланок моделі маніпулятора таким чином, що він рухається у 3 різних напрямках, при цьому середня кутова швидкість повороту кожної ланки становила 1.57 рад/с, досягнув кожного положення маніпулятор зупинявся на 0.5 секунд (Рис. 2-3).

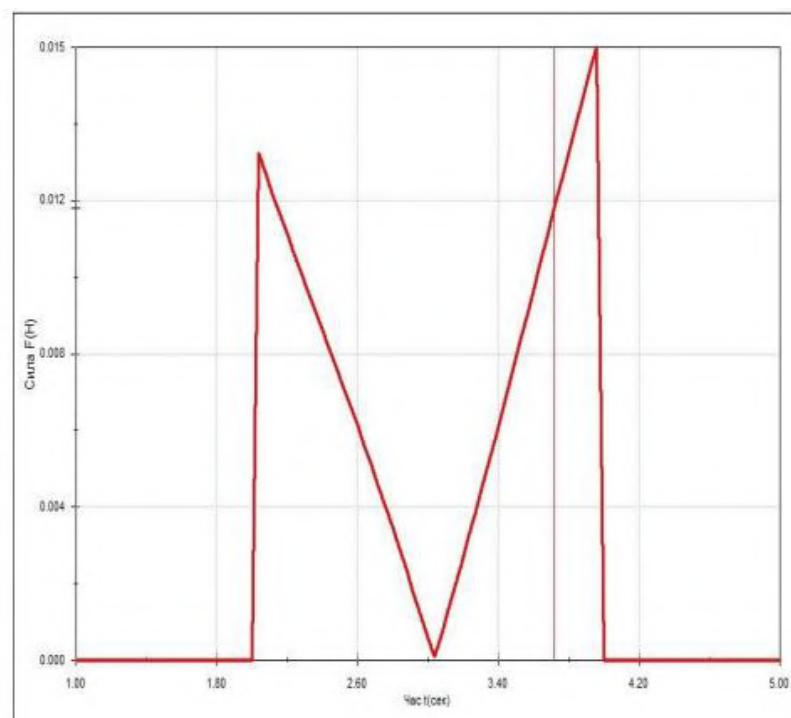


Рис. 2. Параметр сили у точці ϕ_1 .

На (Рис. 2-3) зображені динамічні характеристики маніпулятору у точці ϕ_1 та ϕ_2 за невеликий проміжок часу.

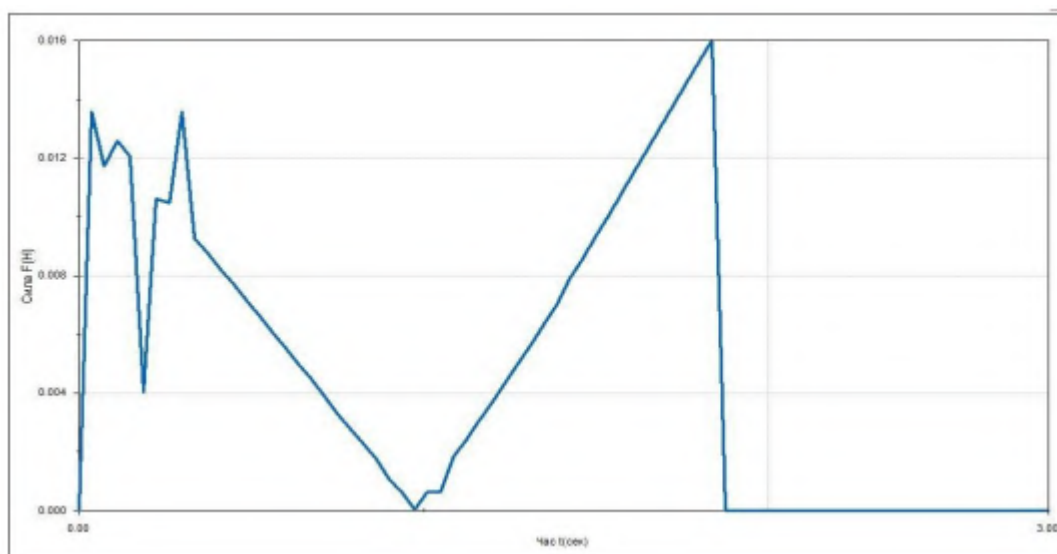


Рис 3. Параметр сили у точці ϕ_2 .

Робочий простір промислового робота - це простір, в якому робочий орган механічного пристрою може знаходитися.

Розрізняють плоский і просторовий робочий простір. Тип робочого простору визначає число ступенів свободи і характер відносин між кінематичними парами маніпулятора.

Робочою зоною плоского маніпулятора є фігура, окреслена безліччю гранично можливих положень центру захватного пристрою або його граничної траєкторією.

Далі будемо розглядати робочу зону розроблюваного лабораторного маніпулятора, який працює в ангулярній системі координат. Робоча зона маніпуляторів такого типу представлена на рисунку 1.11.

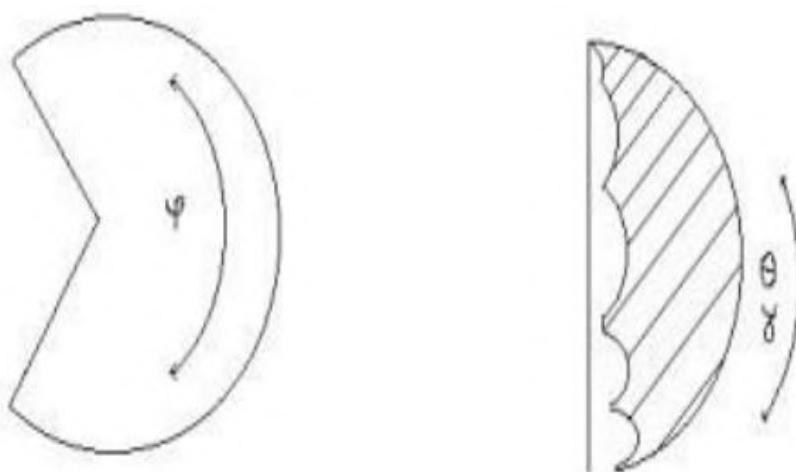


Рис. 4. Робоча зона маніпулятора, який працює в ангулярній системі координат.

За допомогою вже готової анімації руху маніпулятора в програмі SolidWorks було створено контур робочої зони, зображений на (Рис 5).

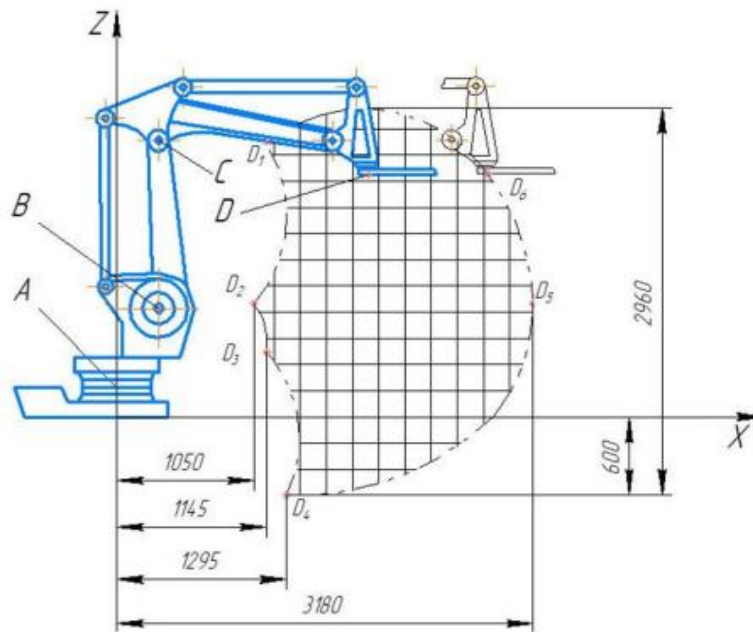


Рис. 5. Робоча зона лабораторного маніпулятора (вид збоку).

Висновок. Використовуючи спеціалізовані програмне забезпечення було створено віртуальну модель ангулярного маніпулятора, та виконано динамічний аналіз із застосуванням сучасних засобів імітаційного моделювання – САПР– Solid Works 2019.

Список використаних джерел

1. Граняк В.Ф., Купчук І.М., Гонтар В.Г. Метод та засіб прямого автоматизованого вимірювального контролю ізоляції обмоток електричних машин. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2020. №2 (109). С. 129-137.
2. Солоня О.В., Купчук І.М. Практикум з теорії механізмів і машин: навч. посібник. Вінниця: ТОВ “Друк”, 2020. 252 с.
3. Yanovych V., Kupchuk. I. Development of movement mathematical model for executive bodies of gyroscope-type mill. SWorld journal: Technical sciences. 2017. Issue 13. С. 174-184.
4. Yaropud V., Hunko I., Aliiev E., Kupchuk I. Justification of the mechatronic system for pigsty microclimate maintenance. Agraarteadus. 2021. Vol. 32, №2. P.7. (In press)
5. Solona O., Kupchuk I. Dynamic synchronization of vibration exciters of the three-mass vibration mill Przegląd Elektrotechniczny. 2020. Vol. 96, №3. P. 161–165.
6. Solona O.V., Kovbasa V.P., Kupchuk I.M. The contact interaction dynamics of the working tool of the mole plowshare with the soil during forming process a channel for an anti-filtration screen. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. №2 (97). С. 81-89.
7. Yanovich V. P., Kupchuk I. M. Determination of rational operating parameters for a vibrating disk-type grinder used in ethanol industry. INMATEH – Agricultural Engineering. 2017. Vol. 52, № 2. P. 143–148.
8. 31. Купчук І.М., Браніцький Ю.Ю. Розробка програмного алгоритму розрахунку кінематичних параметрів робочих органів віяльно-калібрувальної машини. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2018. №2(97). С. 80-87.

Юрій МУРАВСЬКИЙ*,
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВПЛИВУ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ МЕТИЛОВИХ ЕФІРІВ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВПРИСКУВАННЯ І РОЗПИЛЮВАННЯ

***Анотація.** У статті розглянуто фізико-хімічні властивості дизельного палива та метилових ефірів ріпакової олії, представлені графічні залежності зміни густини, кінематичної та динамічної в'язкості, поверхневого натягу дизельного палива та метилових ефірів ріпакової олії при зміні температури в циліндрі двигуна, проведено моделювання хімічних показників метилових ефірів ріпакової олії на характеристики впорскування та розпилювання палива.*

***Abstract.** The article considers the physicochemical properties of diesel fuel and methyl esters of rapeseed oil, presents graphical dependences of changes in density, kinematic and dynamic viscosity, surface tension of diesel fuel and methyl esters of rapeseed oil when the temperature changes in the diesel cylinder. oils for fuel injection and spray characteristics.*

***Вступ.** Сільськогосподарський транспорт є одним з основних споживачів паливно-енергетичних ресурсів. На його частку припадає понад 16% загального споживання енергоресурсів усіма видами транспорту. Для перевезення вантажів і пасажирів витрачається до 6% виробленої країною електроенергії і понад 16 % всього виробленого рідкого палива [1].*

Завдання забезпечення стійкого постачання моторним паливом, та зниження витрат на його придбання, диктує пошук альтернативних видів палива нафтового походження [2]. Перехід на біопаливо означає децентралізацію принаймні частини паливно-енергетичного комплексу, демонополізацію виробництва пального та зниження капітальних витрат на його виробництво.

***Виклад основного матеріалу.** Аналіз властивостей альтернативних палив дозволяє зробити висновок про те, що найбільш близьким за фізико-хімічними властивостями до дизельного палива (ДП) є суміш метилових ефірів жирних кислот ріпакової олії (МЕРО) [3].*

У таблиці 1 наведено фізико-хімічні показники ДП та МЕРО.

Середня молекулярна маса метилових ефірів рапсової олії дорівнює сумі мас складових компонентів з урахуванням їх відсоткового вмісту в суміші. З урахуванням різного відсоткового вмісту жирних кислот у ріпаковій олії молекулярна маса МЕРО може змінюватись у межах 300 – 330 кг/кмоль [3].

Таблиця 1

**Науковий керівник: доктор філософії, старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Бурлака С.А.*

**Фізичні показники дизельного палива та суміші метилових
ефірів жирних кислот ріпакової олії**

Паливо	Показники							
	m_B , кг/кмоль	Q_H , МДж/кг	С	Н	О	β	M_0 , кмоль/кг	L_0 , кг/кг
ДП	190 – 210	42,6	0,870	0,126	0,004	0,342	0,495	14,35
МЕРО	300 – 330	38,1	0,775	0,120	0,105	0,327	0,435	12,60

Середня молекулярна маса метилових ефірів рапсової олії дорівнює сумі мас складових компонентів з урахуванням їх відсоткового вмісту в суміші. З урахуванням різного відсоткового вмісту жирних кислот у ріпаковій олії молекулярна маса МЕРО може змінюватись у межах 300 – 330 кг/кмоль [3].

Відсотковий вміст вуглецю, водню та кисню в МЕРО такий: С = 77,5%, Н = 12% та О = 10,5%. З урахуванням сказаного можна записати формулу для усередненого гіпотетичного метилового ефіру $C_{19,6}H_{36,6}O_2$. Передбачається, що при повному згорянні палива внаслідок реакцій вуглецю та водню з киснем утворюватимуться відповідно вуглекислий газ та водяна пара.

Метиліві ефіри жирних кислот ріпакової олії є кисневмісною речовиною, її нижча теплота згорання Q_H менша, ніж у ДП, через різний відсотковий вміст С, Н і О в ДП та МЕРО нижче значення величини характеристики палива β , а для повного згорання МЕРО масою 1 кг потрібно менше кіломолей M_0 та кілограмів l_0 повітря (відповідно 0,435 кмоль/кг палива та 12,6 кг повітря/кг палива).

До показників палива, що впливають на процеси випаровування, сумішоутворення та згорання, відносяться густина палива, кінематична та динамічна в'язкість, поверхневий натяг [4].

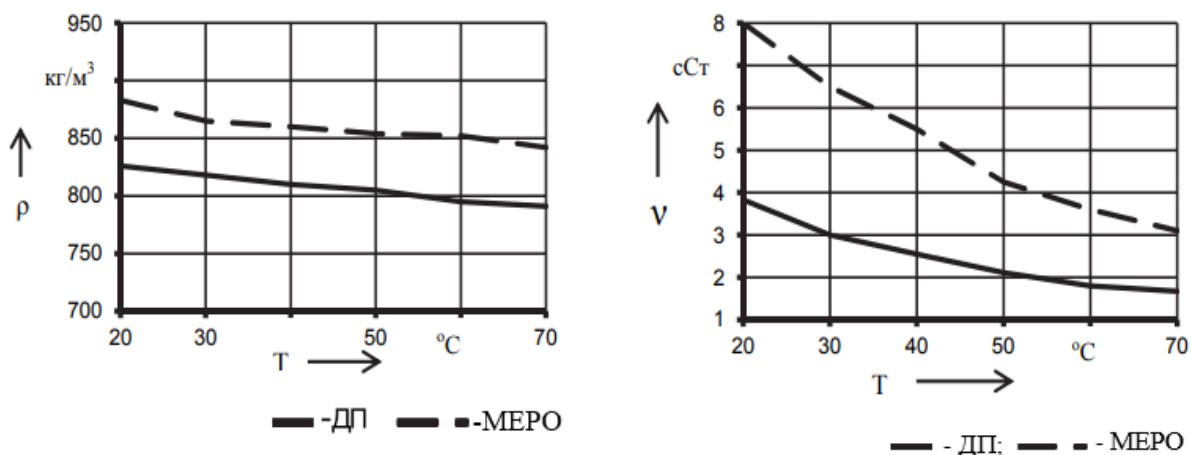


Рис. 1. Діаграми зміни густини та кінематичної в'язкості ДП та МЕРО в інтервалі температур 20 – 70 °C

На рис. 1. наведено діаграми зміни фізико-хімічних показників ДП та МЕРО в інтервалі температур 20 – 70 °C, оскільки саме до цих температур нагрівається паливо при його стисканні у нагнітальній секції паливного насоса дизельного двигуна.

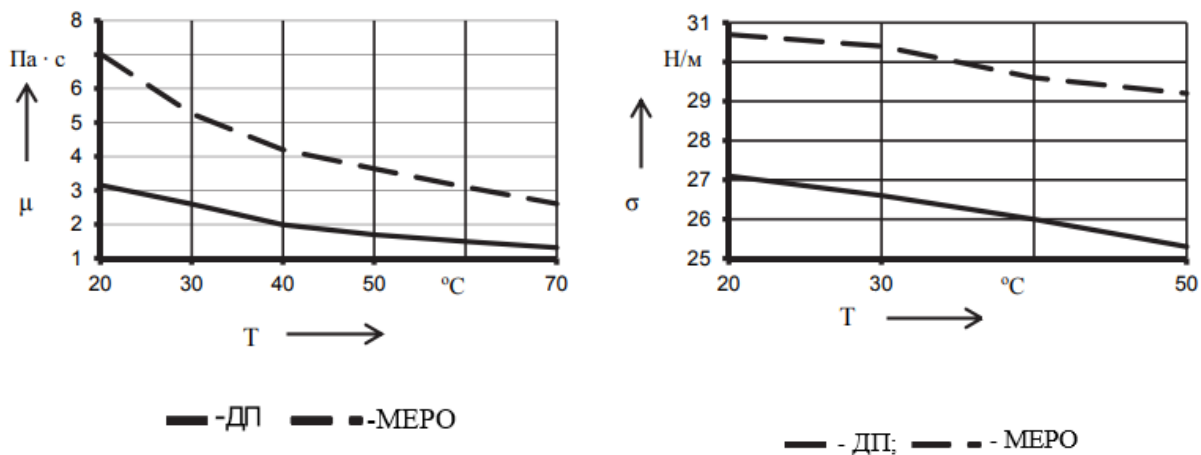


Рис. 2. Діаграми зміни динамічної в'язкості та поверхневого натягу ДП та МЕРО в інтервалі температур 20 – 70 °C

Аналіз діаграм показав, що кінематична та динамічна в'язкість МЕРО більша за в'язкість ДП у два рази. Зростання в'язкості призводить до збільшення далекобійності паливного струменя, зменшення кута розсіювання паливного факела, що зменшує частку об'ємного сумішоутворення, більша частина палива при цьому потраплятиме на стінки камери згоряння.

Зростання поверхневого натягу МЕРО по відношенню до ДП на 14% є причиною збільшення неоднорідності розпилювання палива. Підвищення густини МЕРО щодо ДП на 6% збільшує максимальний тиск палива перед форсункою дизельного двигуна та зсуває у бік збільшення момент початку подачі палива [5].

Користуючись відомими математичними залежностями, запропонованими А.С. Лишевським, можна змоделювати процеси впливу дизельного палива та метилових ефірів ріпакової олії на характеристики впорскування та розпилювання.

При отриманні критеріальних залежностей використовувалося паливо, для якого густина $\rho_{\text{п}}$, динамічна в'язкість $\mu_{\text{п}}$ та поверхневий натяг $\sigma_{\text{п}}$ змінювалися в наступних межах: $\rho_{\text{п}} = (750 - 950) \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$; $\mu_{\text{п}} = (0,45 - 98,5) \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$; $\sigma_{\text{п}} = (20 - 29,7) \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$.

Виходячи з того, що для рідких альтернативних палив $\rho_{\text{п}}$, $\mu_{\text{п}}$ та $\sigma_{\text{п}}$ не вийдуть за межі крайніх значень зазначених величин (для ріпакової олії $\rho_{\text{п}} = 915 \text{ кг/м}^3$; $\mu_{\text{п}} = 69 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$), можна дійти невтішного висновку у тому, що показники впорскування і динаміку розвитку струменя можна розраховувати за критеріальними залежностями А. С. Лишевського.

Розглядаючи структуру виразів для визначення величин далекобійності $l_{\text{н}}$, кута розкриття паливного струменя $\gamma_{\text{п}}$, дрібності розпилювання $d_{\text{п}}$ можна відзначити, що при незмінних режимних, конструктивних та регулювальних параметрах двигуна у разі застосування альтернативного палива зазнають змін значення величин $\rho_{\text{па}}$, $\sigma_{\text{па}}$ і $\mu_{\text{па}}$.

Розглянемо математичні вирази, за якими визначаються характеристики впорскування палива, та проведемо оцінку впливу фізичних параметрів палива на характеристики впорскування та розпилювання. При проведенні цієї оцінки припускаємо, що змінюються лише фізичні параметри дизельного (традиційного)

палива та метилових ефірів рапсового масла (альтернативного палива), а режимні, регульовальні та конструктивні параметри двигуна залишаються без змін [6].

Розрахуємо шлях, що проходить паливним струменем від розпилювача форсунки до межі між початковою та основною ділянками розвитку струменя. Для цього запишемо вираз для розрахунку межі між початковою та основною ділянками розвитку струменя:

$$I_T = C_s d_c W_e^{0,25} \mu^{0,4} \rho^{-0,6} \quad (1)$$

де $C_s = 8,85$ - емпіричний коефіцієнт;

$$W_e = \frac{U_0^2 d_c \rho_T}{\sigma_T} - \text{критерії Вебера}$$

$$\rho = \frac{\rho_a}{\rho_a} - \text{відношення густини повітря та палива}$$

ρ_a - густина в циліндрі тепловозного двигуна

$$I_T = C_s d_c (U_0^2 d_c \rho_T \sigma^{-1})^{0,25} (\mu_T^2 \rho_T^{-1} d_c^{-1} \sigma_T^{-1})^{0,4} \left(\frac{\rho_B}{\rho_T} \right)^{-0,6} \quad (2)$$

Де $U_0 \frac{B_{\text{ц}}}{\mu f_c i_c \rho_T \tau_{\text{впр}}}$ середня швидкість за час упорскування циклової порції палива;

$B_{\text{ц}}$ - циклічна порція палива;

μf_c - площа прохідного перерізу розпилюючих отворів форсунки;

i - кількість розпилюючих отворів;

$\tau_{\text{впр}}$ - тривалість упорскування порції палива.

Після низки нескладних перетворень отримаємо вираз I_T функції величин ρ_T , σ_T та μ_T .

$$I_T = A \rho_T^{-0,05} \sigma_T^{-0,65} \mu_T^{0,8}, \quad (3)$$

де A - множник, що включає постійні величини.

Аналогічно рівнянню (3) запишемо вираз для альтернативного палива

$$I_{Ta} = A \rho_{Ta}^{-0,05} \sigma_{Ta}^{-0,65} \mu_{Ta}^{0,8}. \quad (4)$$

Коли поділили I_{Ta} на I_T , отримуємо:

$$\frac{I_{Ta}}{I_T} = \left(\frac{\rho_{Ta}}{\rho_T} \right)^{-0,05} \left(\frac{\sigma_{Ta}}{\sigma_T} \right)^{-0,65} \left(\frac{\mu_{Ta}}{\mu_T} \right)^{0,8}. \quad (5)$$

Як видно з виразу (5), збільшення або зменшення густини палива щодо стандартної величини практично не впливає на межу між початковою та основною ділянками розвитку струменя.

Збільшення поверхневого натягу та зменшення в'язкості палива без зміни інших умов розпилю призводить до наближення до розпилювача меж ділянок. Основним фактором, що впливає на розташування меж між ділянками, є величина динамічної в'язкості палива, оскільки його значення залежно від виду палива може змінюватися в десятки разів, тоді як поверхневий натяг змінюється в 1,3 – 1,5 рази.

Проведемо оцінку відносного часу досягнення струменем альтернативного палива стінки камери згоряння. Для цього розрахуємо відносний час τ_{sa} / τ_s досягнення струменем альтернативного палива стінки камери згоряння. При проведенні розрахунків приймаємо, що шлях, що проходить струменем традиційного та альтернативного палива, однаковий і дорівнює відстані від розпилювача форсунки до стінки камери згоряння [6].

Запишемо вираз для визначення далекобійності струменя палива на основній ділянці її розвитку:

$$I_T = B_s^{0,5} \tau_s^{0,5} \quad (6)$$

$$\text{де } B_s = \frac{d_s U_o W_e^{0,21} M^{0,16}}{D_s \rho \sqrt{2}}$$

$D_s = 4 - 5$ – коефіцієнт молекулярної дифузії

Час досягнення паливним струменем стінки камери згоряння τ_s запишемо так:

$$\tau_s = I_T^2 \frac{D_s \rho \sqrt{2}}{d_s U_o W_e^{0,21} M^{0,16}} \quad (7)$$

Де $M = \frac{\mu_T^2}{\rho_T d_c \sigma_T}$ – п критерій, що характеризує співвідношення сил поверхневого натягу та в'язкості.

Після перетворень отримаємо вираз:

$$\tau_s = I_T^2 D_s \rho_T^{0,37} \sigma_T^{0,37} \mu_T^{-0,32} \sqrt{2} \quad (8)$$

Для альтернативного палива:

$$\tau_{sa} = I_T^2 D_s \rho_T^{0,37} \sigma_T^{0,37} \mu_T^{-0,32} \sqrt{2} \quad (9)$$

Відносний час досягнення вершиною струменя палива стінки камери згоряння:

$$\frac{\tau_{sa}}{\tau_s} = \left(\frac{\rho_{та}}{\rho_T} \right)^{0,37} \left(\frac{\sigma_{та}}{\sigma_T} \right)^{0,37} \left(\frac{\mu_{та}}{\mu_T} \right)^{-0,32}. \quad (10)$$

Як видно з виразу (10), у міру збільшення $\rho_{та}$ і $\sigma_{та}$ в порівнянні з аналогічними величинами для літнього дизельного палива і постійним значенням $\mu_{та}$ збільшується час проходження паливним струменем відстані від розпилювача форсунки до стінки камери згоряння. Це призводить до збільшення кількості палива, що випарувалося, в обсязі камери згоряння, що впливає на динаміку

тепловиділення в початковій фазі процесу згоряння та збільшення «жорсткості» роботи двигуна [7].

Якщо величина динамічної в'язкості палива значно збільшується (наприклад, ріпакова олія: $\mu_{\text{та}} = 67 \cdot 10^{-3}$ Па·с, літнє дизельне паливо: $\mu_{\text{т}} = 3,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с) час $\tau_{\text{са}}$ зменшується в 2,5 рази, що, зрештою, призводить до збільшення частки плівкової суміші і «м'якої» роботи двигуна.

Проведемо оцінку впливу фізичних параметрів палива на дрібність його розпилювання. Використовуємо рівняння для відшукування середніх діаметрів крапель паливного струменя, яке записується у вигляді:

$$d_k = E_k d_c (\rho W_e)^{-0,266} M^{0,0733}, \quad (11)$$

де E_k - постійний коефіцієнт, що залежить від конструкції форсунки дизеля.

Розпишемо складові рівняння для відшукування середнього діаметра крапель традиційного палива:

$$d_k = E_k d_c \left[\frac{\rho_a}{\rho_{\text{т}}} \left(\frac{B_c}{\mu f_c i_c \rho_{\text{т}} \tau_{\text{впр}}} \right)^2 d_c \frac{\rho_{\text{т}}}{\sigma_{\text{т}}} \right]^{-0,266} [\mu_{\text{т}}^2 \rho_{\text{с}}^{-1} d_{\text{с}}^{-1} \sigma_{\text{т}}^{-1}]^{0,0733} = B \rho_{\text{т}}^{0,4587} \sigma_{\text{т}}^{0,1927} \mu_{\text{т}}^{0,1466} \quad (12)$$

де B – константа, що включає у собі всі величини, постійні щодо різних видів палива.

Рівняння для розрахунку середнього діаметра крапель альтернативного палива має вигляд:

$$d_{\text{ка}} = B \rho_{\text{т}}^{0,4587} \sigma_{\text{т}}^{0,1927} \mu_{\text{т}}^{0,1466} \quad (13)$$

Відносна зміна діаметра крапель при переході від традиційного палива до альтернативного:

$$\frac{d_{\text{ка}}}{d_{\text{к}}} = \left(\frac{\rho_{\text{та}}}{\rho_{\text{т}}} \right)^{0,4587} \left(\frac{\sigma_{\text{та}}}{\sigma_{\text{т}}} \right)^{0,1927} \left(\frac{\mu_{\text{та}}}{\mu_{\text{т}}} \right)^{0,1466}. \quad (14)$$

Як видно з виразу (14), на діаметр крапель впливають $\rho_{\text{та}}$, $\sigma_{\text{та}}$ і $\mu_{\text{та}}$. У міру збільшення $\rho_{\text{та}}$, $\sigma_{\text{та}}$ та $\mu_{\text{та}}$ середній діаметр крапель зростає. При застосуванні як палива ріпакової олії середній діаметр краплі палива збільшується в 1,6 рази порівняно з дизельним паливом.

Проведемо оцінку впливу фізичних параметрів палива на кут розсіювання паливного струменя. Критеріальне рівняння визначення кута розкриття паливного струменя на основній ділянці має вигляд:

$$\gamma_{\text{т}} = 2 \arctg(F_s W_e^{0,32} M^{-0,07} \rho^{0,5}), \quad (15)$$

де $F_s = 0,009$ – постійний коефіцієнт

$$tg\left(\frac{\gamma_T}{2}\right) = F_s W_e^{0,32} M^{-0,07} \rho^{0,5} \quad (16)$$

Розпишемо складові рівняння (16):

$$tg\left(\frac{\gamma_T}{2}\right) = F_s \left[\left(\frac{B_c}{\mu f_c i_c \rho_m \tau_{впр}} \right)^2 d_c \frac{\rho_m}{\sigma_m} \right]^{0,32} [\mu_T^2 \rho_m^{-1} d_m^{-1} \sigma_m^{-1}]^{0,07} \left(\frac{\rho_a}{\rho_m} \right)^{0,5} \quad (17)$$

Після перетворень отримаємо рівняння:

$$tg\left(\frac{\gamma_T}{2}\right) = F_c C \rho_T^{-0,75} \sigma_T^{-0,25} \mu_T^{-0,14}. \quad (18)$$

Аналогічно для струменя альтернативного палива запишемо:

$$tg\left(\frac{\gamma_{Ta}}{2}\right) = F_c C \rho_{Ta}^{-0,75} \sigma_{Ta}^{-0,25} \mu_{Ta}^{-0,14}. \quad (19)$$

Відносна зміна кута розсіювання паливного струменя при переході від традиційного палива до альтернативного:

$$\frac{tg\left(\frac{\gamma_{Ta}}{2}\right)}{tg\left(\frac{\gamma_T}{2}\right)} = \left(\frac{\rho_{Ta}}{\rho_T} \right)^{-0,75} \left(\frac{\sigma_{Ta}}{\sigma_T} \right)^{-0,25} \left(\frac{\mu_{Ta}}{\mu_T} \right)^{-0,14}. \quad (20)$$

При впорскуванні в циліндр дизеля метилових ефірів рапсової олії кут розсіювання паливного струменя та його бічна поверхня зменшуються, що призведе до зменшення кількості випаруваного палива за період затримки займання, більш «м'якої» роботі двигуна. Це дозволить збільшити кількість соплових отворів та інтенсифікувати «закрутку» повітряного заряду, що зрештою позитивно позначиться на паливній економічності двигуна.

Проведений аналіз показав, що використання метилових ефірів ріпакової олії може призвести до збільшення середнього діаметра крапель та зменшення кута розсіювання паливного факела. Зміна даних параметрів під час роботи на метилових ефірах ріпакової олії викличе збільшення нагароутворення в районі соплових отворів та їх закоксовування. При тривалій роботі можливий вихід двигуна з ладу через велике нагароутворення на деталях, що утворюють камеру згоряння, тому необхідно змінити конструкцію розпилювача форсунки або здійснювати подачу стисненого повітря в паливний факел за допомогою спеціальної форсунки, що дозволить у процесі закінчення газорідинної суміші через сопло розпилювача досягти вибухового ефекту, коли бульбашки стисненого повітря на виході з каналу сопла лопаються, розриваючи струмінь, дроблячи та розпорошуючи паливо. До переваг такого впорскування дослідники відносять додаткове диспергування палива. Більш якісний розподіл його в окислювачі за рахунок розширення бульбашок повітря і газів на виході з соплових отворів розпилювача та поліпшення умов його запалення, що зменшує ймовірність утворення зон, перезбагачених паливом [7].

Оскільки при застосуванні ріпакової олії (РО) спостерігається погіршення сумішоутворення та збільшення тривалості згоряння, пов'язані з особливостями фізико-хімічних властивостей палива, додаткове перемішування паливо-повітряної суміші за рахунок явища «мікрровибухів» дозволить покращити економічні та екологічні показники.

Висновок. Використання сумішей палив на основі ріпакової олії та дизельного палива дозволить виготовити паливо за умов виробничого підприємства. Механізм отримання метилових ефірів ріпакової олії полягає у проведенні реакції етерифікації – взаємодії жирних кислот, що містяться в сировині з метиловим спиртом. Суміш метилових ефірів ріпакової олії та дизельного палива можна використовувати без зміни конструкції двигуна, що є істотною перевагою, яка сприяє переходу на даний вид альтернативного палива.

Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України: навч. посібник. К: Аграрна наука, 2010. 327 с.
2. Гунько І.В., П'ясецький А.А., Бурлака С.А. Система паливоподачі дизельного двигуна з електронним регулюванням складу дозованої паливної суміші. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №2 (97). С.47-51.
3. Мельник В. М., Войцехівська Т. Й., Сумер А. Р. Дослідження основних техніко-експлуатаційних характеристик альтернативних видів палива для дизельних ДВЗ. *Машинобудування та транспорт*. 2018. № 2. С. 1-13.
4. Гунько І.В., Бурлака С.А., Єленич А.П. Оцінка екологічності нафтового палива та біопалива з використанням методології повного життєвого циклу. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2018. Том 2. № 6 (267). С. 246–249.
5. British Petroleum. Statistical Review of World Energy. Approximate conversion factors. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-approximate-conversion-factors.pdf> (дата звернення 12.09.2018).
6. Анісімов В.Ф., Рябошапка В.Б., П'ясецький А.А. Рекомендації керівникам підрозділів АПК та інженерам сільськогосподарського виробництва щодо використання біодизельного палива в умовах сільськогосподарського виробництва. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки*. Вінниця. 2014. Випуск 2 (85). С 200-203.
7. Mahmudul H. M., Hagos F. Y., Mamat R., Adam A.A., Ishak W.F.W., Alenezi R. Production characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines – A review. *Renewable and Sustainable Energy. Reviews*. 2017. № 72. Pp 497–509.

Вячеслав ТЕМЧЕНКО⁹,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічного факультету,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ GPS-МОНІТОРИНГУ В АГРАРНІЙ СФЕРІ УКРАЇНИ

***Анотація.** У статті висвітлено GPS-технології, які широко використовуються в сучасному сільському господарстві. Представлено особливості та вигоди GPS-моніторингу в аграрній сфері. Одна з основних причин, по якій використовується навігація в сільському господарстві - це виробництво якісної оптимізації в обробці, посіві і збиранні врожаю. Доведено, що чим точніші будуть ці показники, тим вище буде дохід. Навігатор дозволяє задати траєкторію руху, при цьому механізатор буде працювати з максимальною точністю на полях. Зазначено, що саме в сільському господарстві установка систем стеження за автотранспортом окупаються швидше за все.*

***Abstract.** The article highlights GPS-technologies that are widely used in modern agriculture. Features and benefits of GPS-monitoring in the agricultural sector are presented. One of the main reasons why navigation is used in agriculture is the production of quality optimization in processing, sowing and harvesting. It is proved that the more accurate these indicators are, the higher the income will be. The navigator allows you to set the trajectory of movement, while the operator will work with maximum accuracy in the fields. It is noted that it is in agriculture that the installation of vehicle tracking systems pays off most likely.*

***Вступ.** В Україні, однією з ключових галузей економіки є сільське господарство. Тому актуальним стає питання про підвищення ефективності роботи агропідприємств, оптимізації використання сільськогосподарської техніки, а також максимальне зниження витрат на експлуатацію автотранспорту.*

Мета роботи полягала в уточненні і встановленні основних характеристик глобальних навігаційних супутникових систем та їх роль у сучасному сільськогосподарському виробництві.

Відмінною рисою агропромислового комплексу є складність контролю техніки. Коли настають жнива - істотно зростає кількість випадків нецільового використання транспорту. Щоб уникнути випадків недобросовісної та неякісної роботи з боку водіїв і трактористів, а також отримати прямий контроль над ефективністю проведеної роботи, варто забезпечити агропідприємство системою GPS-контролю [1].

⁹*Науковий керівник, кандидат с.-г. наук, старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Мордванюк М.О.

Керування с.-г. машинами з використанням GPS-технології є більш точним та зручним, порівняно із традиційними методами водіння. Це економічно вигідна технологія для сучасних сільськогосподарських машин.

Надзвичайно ефективним використанням систем такого водіння проявило себе разом із широкозахватними агрегатами. Витрати пального та якість виконаних робіт, а, відповідно, витрати на виробництво одиниці продукції в значній мірі залежать від кваліфікації тракториста. Саме його майстерність та наявний досвід забезпечать точність ведення машинно-тракторного агрегату по заданій траєкторії, щоб не було огріхів та надлишкових перекриттів, а також наскільки точно буде здійснений поворот по раціональній траєкторії в кінці гону [2].

Чи може тракторист із досвідом більш точно контролювати машину та забезпечувати кращі показники? Звичайно, може. Проте не довго. Досвід показує, що чим більше навантажений у роботі оператор, тим швидше він втомлюється, відповідно збільшується кількість його помилок, які значно погіршують якісні показники виконуваного технологічного процесу.

За появи перших тракторів конструктори і вчені працювали над проблемами полегшення праці водія, перекладенням частини його функцій на автоматику. На початкових етапах, це були найпростіші механічні системи, які підтримували частоту обертання колінчастого валу двигуна в заданих межах, автоматично вимикали гідравлічну систему в кінці підйому або опускання машини, забезпечували значно раціональнішу роботу системи і механізмів.

Однак дані механічні системи були не в змозі задовольнити вимоги підвищення функціональності, точності, надійності та ціни [3].

Вклад основного матеріалу. Використовувати космічні навігаційні системи можна на будь-яких машинах після установки на техніку приймача, що постійно одержує сигнали про місцезположення навігаційних супутників і відстані до них. GPS-приймачами (Global Positioning System - система глобального позиціонування) – це риймальні пристрої, які забезпечують зв'язок із супутниками і визначальні координати. За даною технологією розроблені системи паралельного водіння та автопілоти для керування рухом комбайнів та тракторів. При даному типі водіння прилад розраховує кожен слідуючий прохід по полю так, щоб він був паралельний попередньому. Спіральні, кругові, паралельні криві та прямі ряди можна робити за допомогою такого водіння. У випадку появи перешкоди на полі, прилад автоматично припинить роботу МТА і об'їде її, а потім повернеться для продовження ряду. Можна частково ускладнити завдання, зону розвороту задавши по краях полів. Так прилад розраховує поворот і зорієнтує, коли і як повертати. За встановлення даної системи на трактор, водій всередині кабіни спостерігає за показаннями приладу і стежить, щоб на полі не було каменів та інших перешкод [4, 11].

Технології GPS-моніторингу побудовані на сучасних GPS та GSM технологіях. Спеціальні пристрої – трекери дозволяють визначати та передавати дані про координати техніки диспетчеру. Вбудований в трекер GPS-приймач приймає сигнали від GPS-супутників і визначає поточні координати, швидкість та напрямок переміщення. Далі, за допомогою інтернет-з'єднання та GPRS-модуля

отримані координати передаються трекером за заздалегідь запрограмованою IP адресою.

Користувач отримує захищений доступ до даних і в реальному часі бачить на екрані розташування, рух, напрямок та швидкість своїх об'єктів у реальному часі. Коли умови покриття GSM на віддалених від інфраструктури полях не стабільні. Трекери здатні запам'ятовувати інформацію та передавати її пізніше, з появою GSM покриття.

Якщо GSM покриття не стабільне («рване»), то при першому виявленні GSM бази вся інформація передається на сервер. Зазвичай обсягу пам'яті трекера вистачає на день роботи техніки [5].

Додатково до GPS трекерів на сільськогосподарську техніку можуть бути встановлені інші датчики, що дозволяють контролювати безліч інших параметрів.

Особливо актуальними для аграрної сфери є датчики рівня палива. При підключенні до сільгосптехніки таких датчиків паралельно із системою GPS-моніторингу автоматизується процес контролю витрат палива (Рис. 1).

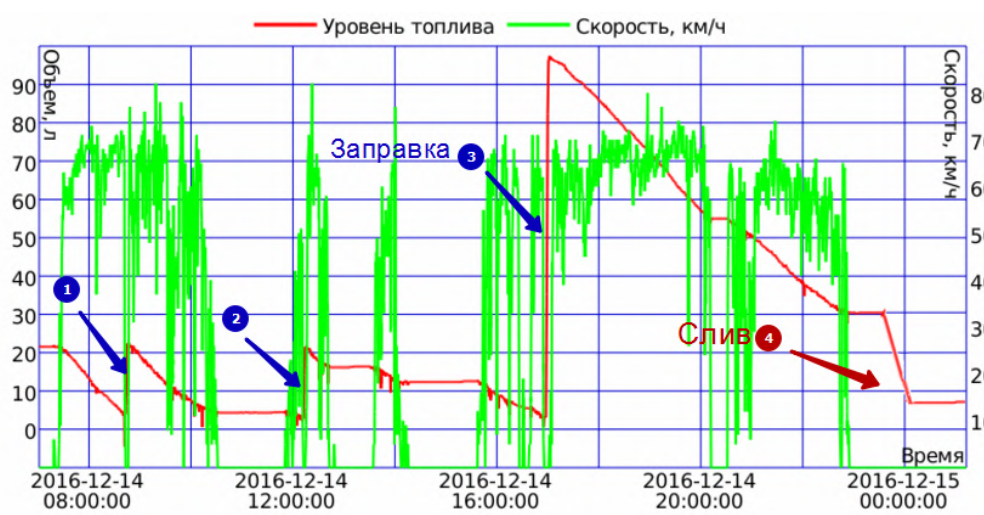


Рис. 1. Приклад звіту в програмі GPS моніторингу та контролю палива

Додатково до GPS трекерів на сільськогосподарську техніку можуть бути встановлені інші датчики, що дозволяють контролювати безліч інших параметрів. Особливо актуальними для аграрної сфери є датчики рівня палива. При підключенні до сільгосптехніки таких датчиків паралельно із системою GPS-моніторингу автоматизується процес контролю витрат палива.

Для повноцінного контролю руху зерна з поля до току застосовуються системи контролю та управління доступом (СКУД). Наприклад, індивідуально налаштовані СКУД системи казахстанської компанії «ТerraPoint» дозволяють не лише заборонити доступ на територію току несанкціонованих машин, але повністю відстежити та максимально автоматизувати процеси зважування, сушіння та навіть ідентифікації водія на струмі за відбитками пальців та RFID картами, а також відстежити момент та правомірність вивантаження зерна з комбайна в автомобіль [6].

Тим не менш, цифровізація сільського господарства не є «панацеєю», що дозволяє вирішити абсолютно всі проблеми аграріїв та щомиті підвищити

показники рентабельності до неймовірних значень. У будь-якій галузі важливий комплексний підхід.

Щодо перспектив GPS-контролю в Україні, хотілося б відзначити, що з великою ймовірністю в Україні найближчим часом буде запроваджено обов'язковий GPS-контроль у сфері сільського господарства. Це дозволить владі отримувати точні об'єктивні дані про те, які саме землі і в якому обсязі були засіяні, яка врожайність на різних територіях України і т.п [7, 8].

Таким чином, у власників і керівників агропідприємств з'явиться можливість контролювати посівні площі спільно з відповідними державними органами. Для цього автотранспорт сільськогосподарських підприємств буде оснащений системою GPS-моніторингу. Паралельно з контролем посівних робіт виробники можуть відстежувати витрата палива, гербіцидів і безліч інших показників (Рис. 2) [9].

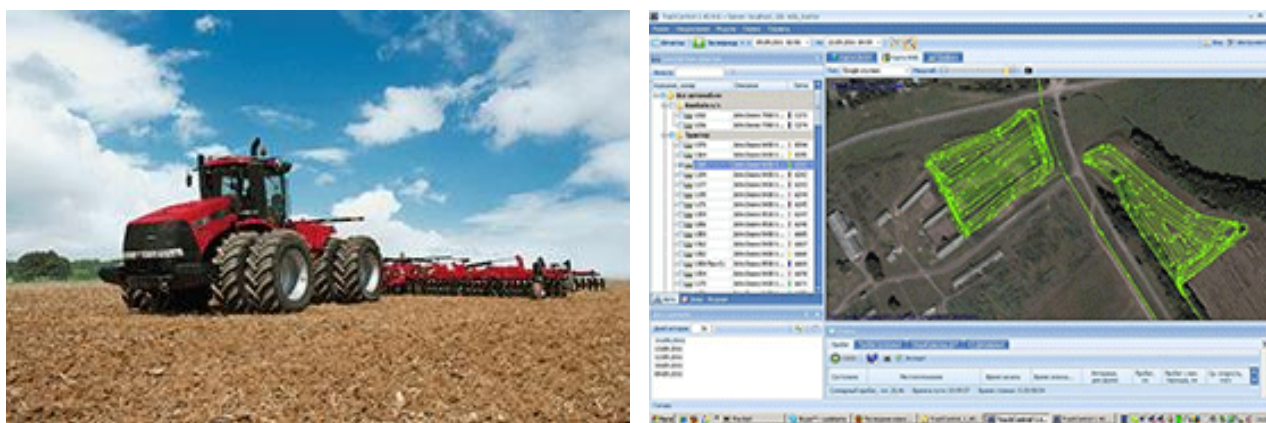


Рис 2. Система GPS моніторингу с.-г. транспорту

Світ супутникової навігації зазнає кардинальних змін з швидким розвитком глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) з безліччю сузір'їв. На даний момент вже проглядається більше 70 супутників, і близько 120 супутників будуть доступні після того, як всі чотири системи (BeiDou + Galileo + ГЛОНАСС + GPS) будуть повністю розгорнуті протягом наступних кількох років. Це принесе великі можливості і проблеми як для наукових, так і для інженерних додатків [12].

В світі застосовують багато GPS-навігаторів популярними з яких є: GPS-навігаторів CLAAS COPILOT S10. Він здійснює управління на основі пропорційного клапана та опційно може працювати з як із GPS PILOT FLEX так і з іншим додатковим GPS-обладнанням, доступним на ринку. Термінал може бути використаний з будь-якою сільськогосподарською технікою будь-якого виробника (Рис. 3) [10].



Рис 3. GPS-навігаторів CLAAS COPILOT S10

Навігатор Leica mojoMINI використовують на різних полях завдяки чотирьом стандартним типам навігації:

- А-В паралельне водіння;
- А + напрямок;
- Робота по контуру;
- Рух по колу;
- Навігація на дорозі.

В навігаторі Leica mojoMINI встановлено високоякісну програму дорожньої навігації з тривимірною графікою. Система має голосові команди і технології допомоги у виборі смуги руху, а покращені можливості системи по створенню маршрутів і пошуку напрямків допоможуть швидко опинитися там, де необхідно (Рис. 4).



Рис 4. Навігатор LEICA mojoMINI

Система глобального позиціонування (GPS – Global Position Systems) дозволяє контролювати і передавати на підрулюючі пристрої команди з утримання МТА в запрограмованій траєкторії з точністю до $\pm 2,5$ см за умов платного сигналу і до 15 см – за умов отримання безкоштовного сигналу. Зберігання даних стосовно земельного банку – графічне зображення на основі Google Map – використовують всі виробники цифрових платформ, бо це є основою для впровадження технологій ЦЗ. Контроль, передача і накопичення даних з виробничих процесів [4].

Висновки. Сільське господарство щоденно використовує значну кількість найрізноманітнішої техніки. Моніторити процес роботи кожної одиниці техніки, як і її місце розташування буде легко, якщо впровадити систему GPS моніторингу для сільського господарства. Диспетчеризація тракторів дозволить якісно скоротити витрати на експлуатацію на кожному з етапів виробничого циклу і, як наслідок, підвищити дохідність підприємства.

Серед значної кількості GPS-навігаторів в світі, одним із найкращих є GPS-навігатор CLAAS COPILOT S10. Термінал може бути використаний з будь-якою сільськогосподарською технікою будь-якого виробника.

Список використаних джерел

1. Денисенко М.І, Дев'ятко О.С. Класифікація інновацій в агропромисловому комплексі. Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної онлайн конференції «Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України», присвяченої 20-й річниці з дня створення факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України. м. Київ. 2021. С.83-86.

2. Деркач О.Д, Шестаков Т, Крутоус Д.І. Технічне та технологічне забезпечення цифрових технологій в рослинництві. *Інженерія природокористування*. 2020. № 2 (16), С. 120-127.

3. Супутникова навігація: основні принципи роботи. URL: https://m.xn--j1amh/articles/GPS_GLONAS_AGPS_RTK/.

4. Глобальні системи навігації GPS, ГЛОНАСС, ГАЛІЛЕО, Бейдоу в сільському господарстві. Пропозиція. URL: <https://propozitsiya.com/globalni-systemy-navigaciyi-gps-glonass-galileo-beydou-v-silskomu-gospodarstvi>.

5. П. Місбах, П. Ніведіта, Я. Хітешрі, Ш. Манан. Штучне пізнання у розумному сільському господарстві: всебічний огляд. 2020. Том 4. С. 81–95.

6. І. Девід, Б. Айза, О. Седрік. Система комп'ютерного зору для виявлення дефектів та класифікації томатів за допомогою машинного навчання та обробки зображень. Штучний інтелект у сільському господарстві. 2019. С. 28–37.

Дмитро ЧЕРВІНСЬКИЙ*,

студент 2 курсу,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ ОДНОВИМІРНОГО ПЕРЕНЕСЕННЯ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ FLOWVISION

Анотація. У цій статті наведено загальний огляд технологій, закладених у програмному комплексі FlowVision. Даний короткий огляд завдань, що вирішуються в ПК FlowVision. Подано рішення двох складних актуальних завдань: завдання посадки тіла на водну поверхню та задачі процесів змішування та передачі часток. В обох завданнях використовуються добре відпрацьовані технології ПК FlowVision, що відрізняють його від інших програм обчислювальної гідромеханіки: метод розщеплення за фізичними процесами, що дозволяє моделювати течії, що стискуються і не стискуються; модифікований метод VOF, що дозволяє моделювати рух вільних (контактних) меж; технологія рухомих тіл, що переміщуються нерухомою розрахунковою сіткою; технологія сполучення із зовнішніми кінцево-елементними програмами, що дозволяє враховувати взаємодію рідини (газу) з моделями деформованих технічних конструкцій та живих структур.

Abstract. This article provides an overview of the technologies embedded in the FlowVision software package. This is a brief overview of the tasks solved in the FlowVision PC. The solution of two complex topical problems is given: the problem of landing the body on the water surface and the problem of mixing and transfer of particles. Both tasks use well-established technologies of FlowVision PC, which

*Науковий керівник: доктор філософії, старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Бурлака С.А.

distinguishes it from other programs of computational hydromechanics: the method of splitting by physical processes, which allows you to model the flows that are compressed and not compressed; modified VOF method, which allows to model the movement of free (contact) boundaries; technology of moving bodies moving by a fixed calculation grid; technology of connection with external finite element programs, which allows to take into account the interaction of liquid (gas) with models of deformed technical structures and living structures.

Вступ. Моделювання є основою пізнання людиною навколишнього світу. Проводячи експерименти, теоретичні досліджування, навіть обговорювання власних дій, намірів, висновків, ми фактично здійснюємо моделювання [1,2]. Цілі, задачі, засоби й методи моделювання у цих випадках значно відрізняються один від одного, але загальна спрямованість залишається єдиною – одержання нового знання шляхом випробування (досліджування) деякого замітника реального об'єкта дослідження – моделі. Взагалі, спрощено, моделювання можна розглядати як певний експеримент, об'єктом якого у першому випадку є матеріальний аналог досліджуваного об'єкта, у другому випадку об'єктом випробувань є знакова (математична) модель, у третьому – відношення до моделі, яка обмірковується, з боку громади[3-5].

Виклад основного матеріалу. Перш ніж розглянути рішення рівнянь конвективного перенесення у багатовимірному випадку, побудуємо чисельну схему розрахунку одновимірного рівняння конвективного перенесення скалярної величини f зі швидкістю $u(x)$ [6].

Введемо сітку з постійним кроком у просторі

$$x_{i+1/2} \\ i=0,1,...,N$$

де i -тий кінцевий об'єм обмежений сторонами з координатами $x_{i-1/2}$, $x_{i+1/2}$. Об'єм V_i який відповідає об'єму V_i обмежений сторонами з $x_{i-1/2}$, $x_{i+1/2}$. Тут $\delta_{i+1/2}$ є довжина зворотної характеристики, що виходить з точки $x_{i+1/2}$ в момент часу t_{n+1} і направляється до моменту часу t_n . Величина $\delta_{i+1/2}$ визначається рівнянням

$$T = \int_{x_{i+1/2}-\delta_{i+1/2}}^{x_{i+1/2}} \frac{dx}{u(x)} \quad (1)$$

До першого наближення можна вважати повільно мінливу швидкість вздовж осі x , що $\delta_{i+1/2} = \tau u_{i+1/2}$; можна вказати довжину характеристики за допомогою методу предиктора-коректора.

Одновимірне рівняння чисто конвективного транспорту в Лагранжа формі має вигляд:

$$f_i^{n+1} = \int_{x_{i-1/2}-\delta_{i-1/2}}^{x_{i+1/2}-\delta_{i+1/2}} f(x, t^n) dx \quad (2)$$

З рівняння випливає, що задача розв'язування конвективного рівняння передачі перетворюється в задачу реконструкції функції $f(x, t)$ в межах кінцевого обсягу за її середніми значеннями. Якість реконструкції визначає поведінку схеми:

одноманітна реконструкція дасть монотонну схему, висока точність реконструкції дасть низький рівень дифузії ланцюга

Діаграми, створені за допомогою представлення Лагранжа, є стабільними для будь-яких кроків інтеграції τ (будь-які числа Курантів $CFL = \delta_{1-1/2}/h$). Точність часової інтеграції визначається точністю розрахунку довжини оберненої характеристики [7].

Розглянемо різні реконструкції $f(x,t)$ в межах кінцевого об'єму від лінійного класу безперервних, показане на малюнку. Реконструкція I по частинах постійної функції призводить до відомої схеми проти потоку наближення першого порядку. Реконструкція II вводить нахил функції $f(x)$ всередині V_i , який розраховується з використанням симетричної скінченної різниці. Ця реконструкція має другий порядок наближення, але не є одноманітною.

Монотонна реконструкція III виходить шляхом розрахунку нахилу $f(x)$ в межах V_i як мінімум схилів, обчислених з скінченних різниць з обох сторін скінченного об'єму

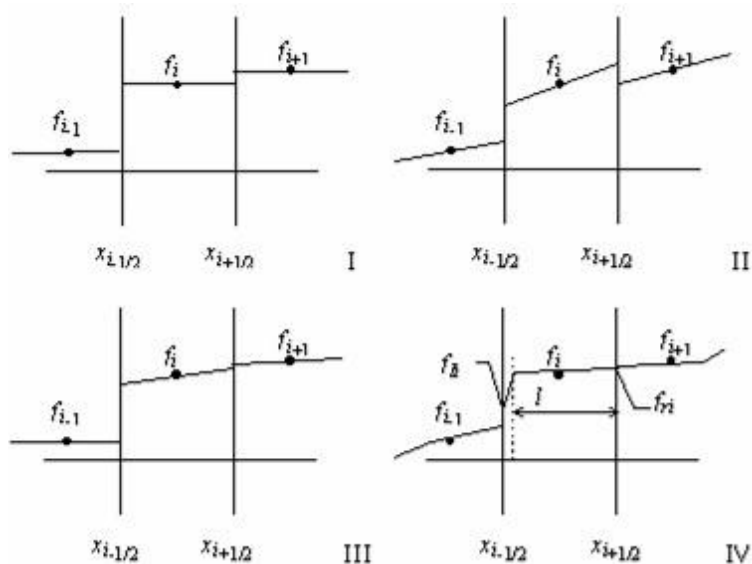


Рис. 1 Види лінійної реконструкції $f(x)$

$$f(x) = f_i + 0.5(f_{i+1} - f_{i-1}) \frac{(x_i - x)}{h} \quad (3)$$

$$f(x) = f_i \quad (4)$$

$$f(x) = f_i + f_{xi} \frac{(x_i - x)}{h} \quad (5)$$

$$\text{де } f_{xi} = \min(f_{i+1} - f_i, f_i - f_{i-1}) \text{ при } (f_{i+1} - f_{i-1}) > 0 \quad (6)$$

$$\text{де } f_{xi} = \max(f_{i+1} - f_i, f_i - f_{i-1}) \text{ при } (f_{i+1} - f_{i-1}) < 0 \quad (7)$$

В **Flow Vision** використовується більш складна лінійна реконструкція з додатковою точкою (реконструкція IV). Має форму:

$$f(x) = \begin{cases} f_{ri} + f_{xn}(x_{i+1/2} - x), & x \geq x_{i+1/2} - 1 \\ f_{li} + f_{xli}(x - x_{i-1/2}), & x \leq x_{i+1/2} - 1 \end{cases} \quad (8)$$

Де l відстань від сторони $x_{i+1/2}$ до додаткової точки, f_{ri} , f_{li} — величини реконструкційної функції на лівій і правій границях кінцевого об'єму. Значення f_{ri} , f_{li} визначаються з положення функції f ряд Тейлора

$$f(x) = (x_{i+1/2})f_x\Delta x + \frac{1}{2}f_{xx}\Delta x^2 + \frac{1}{3!}f_{xxx}\Delta x^3\theta(\Delta x^4) \quad (9)$$

$$\Delta x = x - x_{i+1/2} \quad (10)$$

Коефіцієнти якої зустрічаються з використанням визначень середнього значення функції i -го скінченного обсягу і її найближчих сусідів - $i-1$ і $i+1$. Таким чином, ми маємо:

$$f_{ri} = \frac{1}{2}(f_{i+1} + f_i) - \frac{1}{6}(f_{i+1} - 2f_i + 2f_{i-1}) \quad (11)$$

$$f_{li} = \frac{1}{2}(f_i + f_{i-1}) - \frac{1}{6}(f_{i+1} - 2f_i + 2f_{i-1}) \quad (12)$$

Для досягнення одноманітності реконструкції значення f_{ri} , f_{li} обмежуються середніми значеннями сусідніх скінчених обсягів:

$$\begin{cases} f_i \leq f_{ri} \leq f_{i+1}, \text{ коли } f_{i+1} - f_i \geq 0 \\ f_i > f_{ri} > f_{i+1}, \text{ коли } f_{i+1} - f_i < 0 \end{cases} \begin{cases} f_{i-1} \leq f_{li} \leq f_i, \text{ коли } f_i - f_{i-1} \geq 0 \\ f_{i-1} > f_{li} > f_i, \text{ коли } f_i - f_{i-1} < 0 \end{cases} \quad (13)$$

Відстань l і похідні f_{xri} , f_{xli} на лівій і правій сторонах V_i є:

$$l = \frac{f_i - f_{li}}{f_{ri} - f_{li}}, \quad f_{xri} = \frac{f_{ri} - f_i}{l}, \quad f_{xli} = \frac{f_i - f_{li}}{1-l} \quad (14)$$

Щоб перевірити справжню точність, розглянемо рішення тестової задачі Леонарда. Цей тест складається з розрахунку одновимірного руху з постійною швидкістю трьох профілів – кроку, половини періоду синусового квадрата і половини еліпса. На малюнку показане порівняння чисельних рішень на основі реконструкцій I-IV з точним рішенням [8]. Результати відображаються на кроці 120 у часі, коли обчислюється за допомогою $CFL = 0,5$.

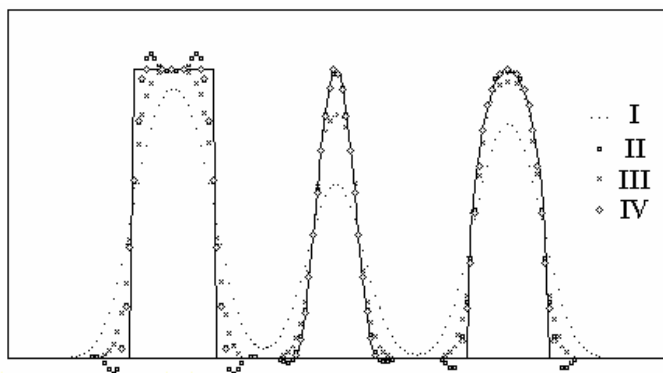


Рис.2 Розрахунок руху трьох тестових профілів за схемами I-IV ($CFL=0,5$, $n=120$).

Схеми I і III одноманітні, але мають неприпустимо велику схему дифузії, схема II, створена в результаті немонотонної реконструкції, має коливаючий розчин. Найбільш точною є схема з реконструкцією IV, яка поряд з дрібною схемою дифузії має властивість одноманітності.

Моделювання тривимірного переносу, повернемося до рівняння (1) розділу Метод підмережі роздільної здатності геометрії тривимірної конвективно-дифузії передачі скалярної величини. Розділіть рівняння на дві частини наступним чином:

$$(1)f_i^n = \frac{1}{V_i} \int_{\Omega_1} f^n dV \quad (15)$$

$$(2)f^{n+1} = f_i^r - \frac{1}{V_i} (\sum_g G_g(f^{n+1}) + D(f^{n+1})) \quad (16)$$

Рівняння (1) описує конвективне перенесення величини f , воно є стабільним для будь-яких кроків часу. Рівняння (2) описує дифузійні процеси (термін з D) і граничні умови (термін з G_g). Щоб позбутися в (2) залежності від τ рівняння записується в неявній формі.

Тривимірна функція $f(x)$ в (1) реконструйована за допомогою суперпозиції трьох функцій $f^{n,k}(x_k)$, кожна з яких є одновимірною реконструкцією уздовж осі x_k декартової системи координат

$$(3)f_i(x) = \sum_{k=1}^3 f^k(x_k) - 2f_i^n \quad (17)$$

Спочатку вирішується явне рівняння (1) для проміжної змінної f^n . Потім один зі стандартних методів, наприклад, верхній метод релаксації, вирішує неявне рівняння (2) для f^{n+1} .

Розглянемо чисельну інтеграцію рівнянь Нав'єра-Стокса. Давайте запишемо рівняння для рухомого об'єму Ω

$$\int_{V_1} \rho V dV = \int_{\Omega_1} \rho dV \quad (18)$$

$$\int_{V_1} \rho V dV - \int_{\Omega_1} \rho dV = - \int_{\tau} \int_S P dS dt + D \quad (19)$$

Тут S - поверхня об'єму Ω , V - поле швидкості рідини, P - тиск, ρ - щільність; D позначає терміни в рівнянні Нав'єра-Стокса, які описують напруги в'язкості, гравітацію і т.д. Щоб закрити систему рівнянь, необхідні додаткові рівняння, що описують зміну щільності і турбулентного транспорту. Тип цих рівнянь залежить від фізичного формулювання задачі і тут не розглядається.

Запишемо різницевий аналог рівнянь Нав'єра-Стокса

Невідомі в цьому рівнянні - V^{n+1} і P^{n+1} . додати і відняти додаткові члени в (1) наступним чином

$$(V_i^{n+1} + \bar{V} - \bar{V})V_i \rho^{n+1} - \int_{\Omega_1} \rho^n V^n dV = -T(\sum_s P_s^{n+1} s - \sum_b P_b^n b + \sum_b P_b^n b) + D_i(V) \quad (20)$$

$$V_i \rho^{n+1} - \int_{\Omega_1} \rho^n V^n dV = -\sum_b P_b^n b + D_i(\bar{V}) \quad (21)$$

Це рівняння ділиться на дві частини

$$(2) V_i^{n+1}V_i \rho^{n+1} - \int_{\Omega_1} \rho^n V^n dV = -T(\sum_s P_s^{n+1} s + D_i(V)) \quad (22)$$

$$(3) (V_i^{n+1} - \bar{V}) V_i \rho^{n+1} = -\sum_s P_s^{n+1} s + \sum_b P_b^n b \quad (24)$$

Можна побачити, що рівняння (2) знову є дискретним аналогом рівнянь Нав'єра-Стокса, але, на відміну від оригінального аналога (1), (2) використовує поле тиску, зроблене на попередньому кроці в часі.

Векторне рівняння (2) - це три рівняння передачі конвективної дифузії для трьох компонентів швидкості рідини. Ці рівняння вирішуються методом, викладеним у попередньому розділі. Для цього (2) ділиться наступним чином

$$\mathbf{V}_i = \frac{1}{V_i \rho^{n+1}} (V^n dV - T \sum_b P_b^n \mathbf{b}) \quad (25)$$

$$\mathbf{V}_i = \frac{1}{V_i \rho^{n+1}} (V^n dV - T \sum_b P_b^n \mathbf{b}) \quad (26)$$

Щоб визначити поле тиску, розглянемо стан несумісності рідини, з якої випливає

$$\sum_s V_s^{n+1} s = 0 \quad (27)$$

де $\mathbf{V}^{n+1}$ - значення швидкості на межі кінцевого об'єму V . Для отримання виразу для $\mathbf{V}^{n+1}$ пишемо аналог рівняння (3), отриманий шляхом інтеграції рівнянь Нав'єра-Стокса на рухомій грані об'єму Ω . Для грані цього об'єму, який збігається з гран. b при $t=t_n$ і з s при $t=t_{n+1}$ вираз для $\mathbf{V}^{n+1}$ має форму

$$V_s^{n+1} = \bar{V}_s + \frac{T}{P_b^{n+1}} (\nabla P^{n+1}) \Big|_s - \frac{T}{P_s^{n+1}} (\nabla P^{n+1}) \Big|_b \quad (28)$$

Замінивши $\mathbf{V}^{n+1}$ в (6), отримуємо рівняння для визначення тиску

$$\sum_s \frac{T}{P_s^{n+1}} (\nabla P^{n+1}) \Big|_s = \sum_s \bar{V}_s s + \sum_b \frac{T}{P_b^{n+1}} (\nabla P^n) \Big|_b \quad (29)$$

У другому терміні на правій стороні рівняння (8) підсумовування робиться на гранях b об'єму Ω_i , а не на $P_b^{n+1} = P_s^{n+1}$ граням s об'єму V_i , оскільки ∇P^n визначається для об'єму Ω_i . Значення для відповідних граней b і s .

Після знаходження поля тиску P^{n+1} від (3) обчислюється поле швидкості V^{n+1} .

Добре відомо, що при вирішенні рівнянь руху нестисливої рідини на неспотворених сітках відбуваються коливання поля тиску. В **FlowVision** ця складність долається введенням в рівняння тиску (7) різниці між представленням градієнта тиску другого і четвертого порядку точності відповідно до роботи.

Розглянемо загальний вигляд рівнянь дифузійного типу:

$$\frac{\partial}{\partial t} (TC \cdot f) = \frac{1}{PC} \nabla (DC \cdot \nabla f) + SST \quad (30)$$

і конвективно-дифузійного типу

$$\frac{\partial}{\partial t} (TC \cdot f) + \nabla (CC \cdot V f) = \frac{1}{PC} \nabla (DC \cdot \nabla f) + SST \quad (31)$$

де t - час, ∇ - оператор градієнта, V - вектор швидкості.

Значення TC (*Time Coefficient*), CC (*Convective Coefficient*), PC (*Prediffusion Coefficient*), и DC (*Diffusion Coefficient*) коефіцієнти рівняння при відповідних визначають похідні, SST (*Scalar Source Term*) визначає вихідний член

Висновок. Програмний комплекс **FlowVision** використовується як для вирішення задач зовнішньої аеродинаміки, так і для вирішення внутрішніх задач, включаючи процеси в двигунах внутрішнього згорання:

- зовнішнє обтікання автомобіля

- процеси в двигунах внутрішнього згоряння
- вентиляція підкапотного простору
- розрахунок циркуляції олії в системах мастила механізмів
- моделювання заповнення бака паливом
- розрахунок систем клімат-контролю автомобіля, аквапланування шини.

Список використаних джерел

1. Industrial and service robotics in Europe – August 2011. URL : <http://fr.slideshare.net/bizresonance/robotique-industrielle-et-de-service-europe-aout-2011-8839337>.
2. Latvala T., Pyykkönen P. Profitability of and reasons for adopting automatic milking systems. *European Association of Agricultural Economists : proc. of the intern. symp. Copenhagen*, 2005.
3. Komaha V.P., Burlaka S.A., Kupchuk I.M. Analysis of technologies of sowing and sowing. *Сільське господарство та лісництво*. 2018. №11 С. 123-131.
4. Веселовська Н.Р., Малаков О.І., Бурлака С.А. Експериментальні дослідження силового впливу на робочі органи і приводи зернозбиральних комбайнів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2019. N°2 (271). С. 37-44.
5. Gustafsson M., Benfalk C. Different locations of instant cooling in the automatic milking system and the effect on milk quality. *Proceedings of the international symposium Automatic Milking, a better understanding. Wageningen: Wageningen Academic Publishers*, 2004. P. 526. DOI: 10.3920/978-90-8686-525-3.
6. Sumner J. Farm production in influences on milk hygiene quality. *Proceedings of the IDF Symposium on Bacteriological Quality of Raw Milk. Wolfpassing, Austria*, 1996. P. 94–102.
7. Burlaka S., Kravets S. Diagnosis of fuel equipment of diesel engine by removing vibration indicators of fuel supply. *Engineering, Energy, Transport AIC*. 2021. No 3 (114). P. 113–123.
8. Малаков О.І., Бурлака С.А., Михальова Ю.О. Математичне моделювання та основи конструювання вібраційних змішувачів. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2019. № 5 (277). С. 30-33.

Сергій МЕЛЬНИЧУК¹¹,
студент 3-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ СТУПІНЧАТИХ ОТВОРІВ

***Анотація.** Метою досліджень є теоретичні та технологічні особливості структурної оптимізації токарної операції розточування ступінчатих отворів. В результаті досліджень встановлено, що сучасні технології металообробки, крім показників точності виробів і якості їх поверхонь, мають на меті мінімізацію трудовитрат на здійснення процесів. Таким чином, управління точністю обробки неможливе без оптимізації структури виконання технологічних ходів і переходів послідовності формування ступенів отвору. Аналіз результатів дослідження в області структурної оптимізації підтвердив незавершеність даного наукового напрямку.*

***Annotation.** The purpose of the research is the theoretical and technological features of the structural optimization of the turning operation of boring stepped holes. As a result of the research, it has been established that modern metalworking technologies, in addition to indicators of the accuracy of products and the quality of their surfaces, are aimed at minimizing labor costs for the implementation of processes. Thus, the control of machining accuracy is impossible without optimizing the structure of the execution of technological moves and transitions in the sequence of formation of hole steps. Analysis of the results of the study in the field of structural optimization confirmed the incompleteness of this scientific direction.*

***Вступ.** Підвищення ефективності машинобудівних виробництв нерозривно пов'язане з удосконаленням технології виробництва виробів. Проектування технологічних процесів вимагає врахування великої кількості факторів, що характеризують безліч елементів зі складними і різноманітними зв'язками між ними, що змінюються в часі і просторі. При цьому часто виникає завдання вибору серед безлічі варіантів найбільш раціонального за певним критерієм і забезпечує задані параметри якості виробів [1].*

В умовах ручного проектування нових технологічних процесів немає можливості розробляти і аналізувати велику кількість варіантів, оскільки це пов'язано зі значною трудомісткістю. Вирішення подібних завдань стає можливим при створенні систем САПР ТП. Ці системи, поряд із значним скороченням термінів проектування, дозволяють істотно підвищити якість проектних рішень шляхом оптимізації прийнятих рішень на всіх етапах технологічного проектування.

¹¹*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Яропуд В.М

Оптимізація - це процес знаходження екстремального значення деякої кількісної величини проектного об'єкта, що подається у вигляді функції. Якщо ця функція характеризує позитивні властивості об'єкта, то знаходиться максимальне її значення, якщо негативні - то мінімальне. Зазвичай в інженерній практиці використовується термін «оптимальне рішення», під яким розуміється найкраще з деякого безлічі рішень, яке задовольняє усім вимогам, що пред'являються до проектного об'єкту [2].

Щодо проектування технологічних процесів питання оптимізації технічних рішень ускладнені труднощами побудови математичних моделей аналізованих об'єктів, що пов'язано з низьким рівнем формалізації існуючих методів проектування нових технологічних процесів. При цьому головним недоліком діючих методів оптимізації технологічних процесів є те, що для функції мети і технічних обмежень не встановлено залежності, які мають враховувати усі чинники і охоплювали б усі можливі випадки. Навіть з введенням спрощень поки не вдається отримати загальні математичні моделі технологічних процесів виготовлення будь-якого типу деталей для різних виробничих умов.

Чим продуктивніша і економічна операція або технологічного процесу в цілому, тим вони ефективніші [3].

Залежно від виду та рівня оптимізації використовувані критерії оптимальності можна об'єднати в такі групи:

1. Економічні: мінімальна собівартість, найменші виробничі витрати, найбільший прибуток, рентабельність.
2. Техніко-економічні: максимальна продуктивність, найменш штучний час, ККД обладнання, надійність роботи технологічної системи, верстатомісткість виробу, стабільність технологічного процесу обробки.
3. Технологічні: точність виготовлення, показники якості поверхонь, фізико-хімічні властивості виробу, стійкість інструменту.
4. Експлуатаційні: зносостійкість, втомна міцність, контактна жорсткість, корозійна стійкість та ін.
5. Інші: психологічні, естетичні, екологічні.

Основними, при вирішенні задач оптимізації технологічного процесу, є економічні та техніко-економічні критерії оптимальності, оскільки в основі розробки конструкції виробу і технології його формування лежать два принципи: технологічний і експлуатаційний.

Виклад основного матеріалу. При комплексному підході слід розрізняти два види оптимізації ТП, виконуваних на різних етапах технологічного проектування по ГОСТ 14.301-83 (табл. 1) [4]: структурну і параметричну оптимізацію.

Виділені види оптимізації взаємопов'язані. Так, при параметричній оптимізації необхідно прийняти рішення про вибір структури відповідного рівня. У той же час структурна оптимізація вимагає знання значень параметрів, що входять до відповідної структури [5]. Більшість робіт в області оптимізації технологічного процесу зачіпає оптимізацію некерованих і керованих параметрів окремих елементів технологічного процесу. При цьому вважається, що структура ТП, зв'язку та функції окремих елементів, що входять до них, обрані заздалегідь.

Види оптимізації на різних етапах проектування ТП

Етап проектування ТП	Вид оптимізації	
	Структурна	Параметрична
1. Аналіз вихідних даних для розробки ТП	-	-
2. Вибір діючого типового, групового ТП або пошук аналогів одиничного ТП	+	-
3. Вибір виду і методів виготовлення вихідної заготовки	+	-
4. Вибір технологічних баз	+	-
5. Складання технологічного маршруту обробки	+	-
6. Розробка технологічних операцій	+	+
7. Нормування ТП	-	+
8. Визначення вимог техніки безпеки	-	-
9. Розрахунок економічної ефективності ТП	+	+
10. Оформлення технологічної документації	-	-

Вибір структури ТП характеризується низькою формалізацією при досить високій багатоваріантності рішень. Недостатня увага до структурної оптимізації ТП пов'язана з тим, що творчі здібності людини при вирішенні цих завдань перевершують можливості ЕОМ [6]. У той же час значення правильного вибору структури багато в чому перевершує ефект від параметричної оптимізації.

Завдання вибору оптимальної структури полягає в пошуку структури, яка найкращим чином (до обраного критерію) виконувала б деяку задану сукупність функцій при заданих умовах функціонування. Рішення задач структурної оптимізації зазвичай виконується методом перебору. Такий підхід може бути застосований при вирішенні наступних завдань вибору:

- виду заготовки і методів її виготовлення;
- стадій і етапів при проектуванні маршруту обробки;
- маршруту обробки;
- структури операцій;
- оптимальної технологічної операції;
- структури переходу;
- обладнання;
- системи верстатних пристосувань (СП);
- конструкції СП;
- конструкції ріжучого інструменту;
- багатоінструментального налагодження;
- вимірювальної системи та ін.

Вибір параметрів оптимізованих процесів обробки. Після вибору певної структури маршруту обробки, операції, переходу і різних видів технологічного оснащення повинно ставитися завдання їх параметричної оптимізації.

Параметрична оптимізація зазвичай виконується після вибору структури переходу і виражається головним чином у визначенні оптимальних режимів різання (V , S , t) з позицій деякого критерію [7]. До параметричної оптимізації

можуть бути також віднесені:

- 1) розрахунки по вибору оптимальної конструкції і геометрії заточування різального інструменту;
- 2) розрахунки по вибору фізико-механічних властивостей ріжучих пластин інструментів;
- 3) розрахунки по вибору точних, силових і міцнісних параметрів верстатних пристосувань;
- 4) розрахунки з визначення оптимальних значень припусків і допусків на виконуваних розміри.

Основне завдання, яке вирішують при параметричній оптимізації ТП, - це визначення оптимальних режимів обробки, за яких забезпечується необхідна якість виробу при мінімальних затратах суспільної праці.

Режими обробки чинять основний вплив на вартість та продуктивність виконуваної операції, оскільки від них залежить штучний час, а значить, і частка собівартості, пропорційна часу. Значною мірою режими обробки визначають точність і якість оброблених поверхонь.

Режими обробки - це керовані змінні, ступінь впливу яких на основні показники оптимізованого процесу різна. Тому необхідно при виборі і побудові критеріїв оптимальності враховувати найбільш значущі режими обробки [8].

На кафедрі «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» ВНАУ проведена певна робота по структурно-параметричній оптимізації формування ступінчатих валів [1]. Метою цієї роботи є теоретичні та технологічні особливості структурної оптимізації токарної операції розточування ступінчатих отворів.

Структурна оптимізація токарної операції розточування розглядається як процес, в результаті якого визначається послідовність робочих ходів ріжучого інструменту таким чином, щоб основний час обробки був мінімальним.

Особливості методики виконання структурно-параметричної оптимізації для формування ступінчатих поверхонь деталей. Поверхні одного і того ж ступеневого отвору можна отримати різними варіантами виконання технологічної операції (варіантами обробки). Кожен варіант представляє поєднання елементарних технологічних переходів, які необхідно виконати для здійснення операції.

На рисунку 1 показано два варіанти видалення припуску з різними технологічними переходами.

Крім того, для виконання кожного елементарного технологічного переходу необхідно встановити режими різання, що забезпечують найбільшу продуктивність при заданих вимогах до точності і якості формованих поверхонь.

Структурна оптимізація технологічних переходів в даній роботі розглядається як процес, в результаті якого визначається послідовність ходів ріжучого інструменту, щоб основний час обробки був мінімальним.

Загальні принципи прийнятої методики запозичені з робіт [1, 7] спрямованих на формування поверхонь ступінчатих валів.

Основою прийнятої методики структурної оптимізації є інформаційне і математичне забезпечення.

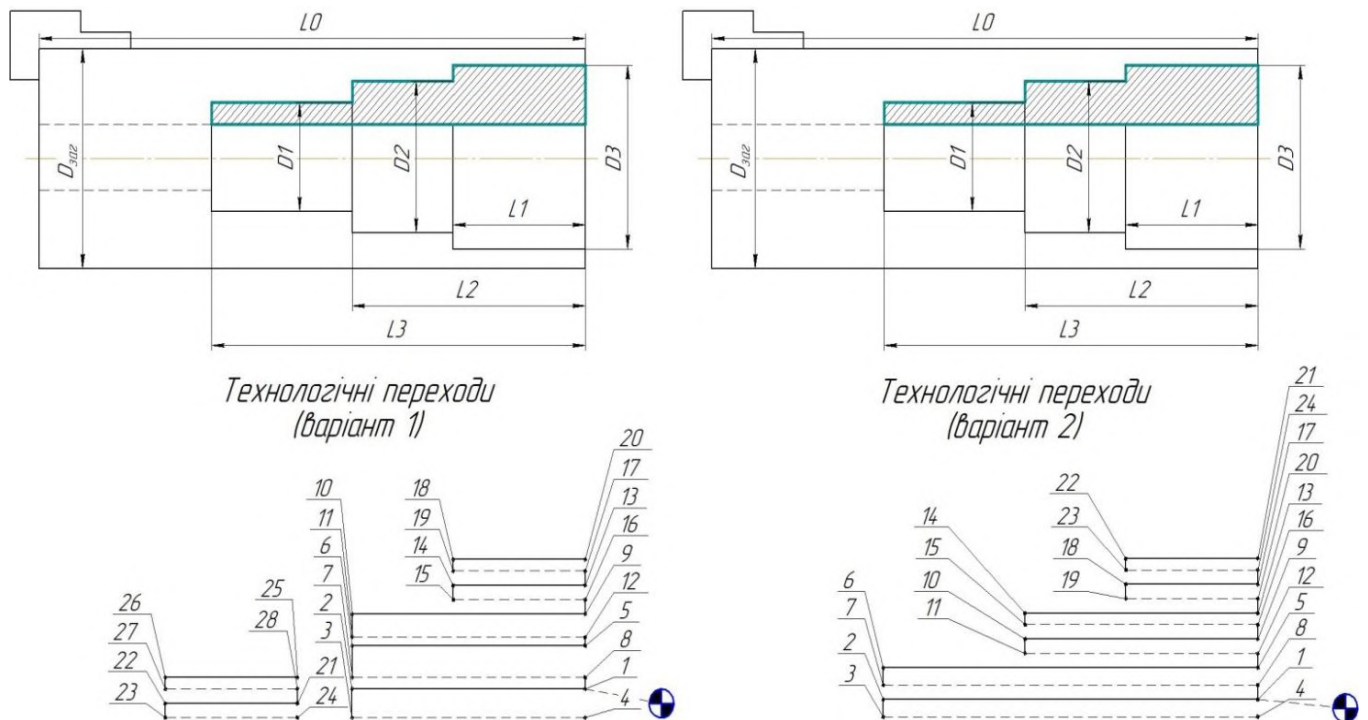


Рис. 1. Приклади виконання технологічних переходів.

Інформаційне забезпечення включає в себе допоміжні дані, необхідні для автоматизації розрахунків, які знаходяться у відповідних базах даних створених на основі довідкової літератури.

Відомостями про оброблювані ступені отвору, крім основних розмірів, є квалітет точності, відхилення від правильної геометричної форми і положення ступенів один відносно одного шорсткість поверхонь.

Математичне забезпечення складається з комплексу аналітичних залежностей і математичних моделей, кожна з яких відповідає певному етапу виконання структурної оптимізації.

1. Поділ операційного припуску на різні припуски ступенів, які необхідно зняти для формування отвору. На цьому етапі реальна деталь представляється в оперативній пам'яті ЕОМ закодованою інформацією.

2. Перехід до реальної деталі, тобто уявлення закодованої інформації у вигляді набору координат, які задають положення кожного ступеня отвору в системі координат верстата з ЧПУ.

3. Рішення переборного завдання пошуку варіанту обробки з мінімальним основним часом, що не представляє особливої складності в реалізації і його можна виключити з подальшого розгляду.

Висновки. Параметрична оптимізація не дивлячись на всі свої переваги вже давно розглядалася в різних роботах і методи підвищення продуктивності обробки з використанням сучасного обладнання зводяться до збільшення подачі S , глибини різання t , і частоти обертання шпинделя n (швидкості різання V). У першому і другому випадках зростають складові сили різання, а якість поверхні знижується. У третьому випадку стійкість інструменту падає швидше, ніж зростає швидкість різання і при якомусь малому її значенні простої верстата для зміни

інструменту підвищать виграш в скороченні машинного часу, а продуктивність обробки почне зменшуватися. Сучасна технологія металообробки, крім показників точності виробів і якості їх поверхонь, має на меті мінімізацію трудовитрат на здійснення процесів.

Управління точністю обробки неможливе без оптимізації структури виконання технологічних ходів і переходів послідовності формування ступенів отвору.

Аналіз результатів дослідження в області структурної оптимізації показує на незавершеність даного наукового напрямку.

Список використаних джерел

1. Веселовська Н.Р., Руткевич В.С., Шаргородський С.А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Навчальний посібник. Вінниця, 2019. 234 с.
2. Наумчук О.М. Основи систем автоматизованого проектування: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне: НУВГП, 2008. 136 с.
3. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» /; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 379 с.
4. ГОСТ 14.301-83 Общие правила разработки технологических процессов. 1983. 7с.
5. Залога В.О., Залога О.О., Гончаров В.Д. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні. Навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2013. 371 с.
6. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Швайко В.М. [та ін.]. Основи інженерних методів розрахунків на міцність і жорсткість. Підручник. Київ : Хай-Тек Прес, 2011. 616 с.
7. Веселовська Н.Р., Іскович-Лотоцький Р.Д., Ковальова І.М. Теорія різання та інструмент. Навчальний посібник. Вінниця, 2018. 297 с.
8. Веселовська Н.Р., Посвятенко І.К., Солоня О.В., Будяк Р.В. Методи дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів. Навчальний посібник. Вінниця, 2018. 150 с.

Олег ПЛАХОТНИЙ¹²,
студент 5-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРИЧІПНИЙ ОЧІСУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Анотація. Мета досліджень полягає у підвищенні енергоефективності машинного збирання зернових культур та якості одержуваного зерна.

Виробництво зерна включає досить велику кількість технологічних операцій. Найбільш трудомісткою та енерговитратною з них є збирання зерна, на частку якого припадає до 40% затрат праці та до 35% витрат паливно-мастильних матеріалів. Зменшити затрати процесу збирання зернових культур можна шляхом застосування комбайнового очісування. Внаслідок цього в 1,5-2 рази зменшується надходження хлібної маси до молотарки комбайна, що призводить до економії до 70% енергії, яку сучасна збиральна машина витрачає на деформацію соломи в молотарці. Продуктивність комбайна підвищується в 1,3-1,5 рази, а витрата палива знижується на 20-25%. Собівартість зерна зменшується на 25-30%.

Annotation. The purpose of research is to improve the energy efficiency of machine harvesting of grain crops and the quality of grain.

Grain production involves a fairly large number of technological operations. The most labor-intensive and energy-intensive of them is the collection of grain, which accounts for up to 40% of labor costs and up to 35% of fuel and lubricants. It is possible to reduce the costs of the process of harvesting grain crops by using combine cleaning. As a result, the supply of bread mass to the combine thresher is reduced by 1.5-2 times, which saves up to 70% of the energy that a modern harvesting machine spends on the deformation of straw in the thresher. Combine productivity increases by 1.3-1.5 times, and fuel consumption is reduced by 20-25%. The cost of grain is reduced by 25-30%.

Вступ. Зернозбиральний комбайн є однією з найбільш затребуваних сільськогосподарських машин. Адже практично у всіх кліматичних зонах світу, придатних для землеробства, у більшому чи меншому обсязі обов'язково є виробництво зерна. Зерно є основою аграрної економіки, оскільки крім отримання хлібопродуктів, круп та інших продуктів харчування для людини, воно забезпечує більшу частину раціону годівлі та для багатьох сільськогосподарських тварин.

Зважаючи на те, що хлібна маса, отримана в результаті очісування, містить до 85% вільного зерна [1], то надходження його до молотильної камери зернозбирального комбайна є не доцільним.

¹²*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Бабин І.А.

Це пов'язано з тим, що спостерігається підвищене пошкодження (до 8%) вільного зерна робочими органами молотарки, що призводить до зниження його схожості та стійкості при зберіганні [2]. Таким чином, пошук технічних можливостей щодо мінімізації пошкодження вільного зерна робочими органами молотарки (при очісуванні рослин на корені) є однією з актуальних наукових проблем.

Метою досліджень є підвищення енергоефективності машинного збирання зернових культур та якості одержуваного зерна шляхом удосконалення технологічної схеми зернозбирального комбайна та параметрів його робочих органів.

Аналіз попередніх досліджень. Аналіз сучасних, вітчизняних джерел інформації та джерел інформації зарубіжних країн дає змогу чітко визначити, що зернозбиральні комбайни виробляються сьогодні у багатьох країнах світу. Серед лідерів такі країни, як США, Канада, Аргентина, Бразилія, Польща та Італія. У багатьох країн комбайнобудування зорієнтовано, значною мірою, на експорт продукції. Це насамперед Німеччина та Італія, які мають непропорційно великий (порівняно з обсягом зернового виробництва) випуск зернозбиральних комбайнів. Переважно на експорт зорієнтовано комбайнобудування також у Фінляндії, Данії.

Специфіка сільського господарства Японії та Китаю, що полягає в малій кількості посівних площ, змушує місцевих комбайнобудівників випускати малопродуктивні машини, що не мають перспектив на ринках більшості країн з розвиненим зерновим виробництвом, у тому числі й в Україні.

Згідно з дослідженнями більшості вчених [1,2,3] встановлено, що до складу обчисаного зернового вороху входить: вільне зерно (60-85%), обірвані колоски (10-25%), а також соломисті частинки (7-25%). Таким чином, при вдосконаленні технології очісування рослин на корені найбільш актуальним завданням є максимальна адаптація наступних технологічних процесів до фізико-механічних властивостей отриманого вороху. Так, як проблемою є надмірний вміст у зерновому воросі дрібних легких домішок та вільного зерна, а також наявність колосків різної довжини, позбавлених соломи. Отже, доцільно провести попередню сепарацію очісаного вороху перед надходження його до молотильного пристрою.

На першій стадії доцільно видалити з очісаного вороху всі легкі домішки. Найчастіше для цього використовують решітчасту поверхню, змонтовану на задній стінці корпусу адаптера (рис. 1) [4].

Повітряний потік, що генерується барабаном, захоплює легкі домішки і виводить їх разом через отвори решітчастої поверхні. Більш важкі фракції (вільне зерно, колоски та солома) під дією сили тяжіння опускаються в приймальну камеру і шнеком подаються до плаваючого транспортера похилої камери.

Недоліком зазначеного технічних рішення є те, що ефективна сепарація зерна та легких домішок неможлива, тому що в цьому випадку разом з потоком повітря та легкими домішками через отвори решета виносяться і значна частина вільного зерна. Це суттєво збільшує втрати врожаю. Крім того, траєкторія руху повітря з пилоподібними частинками після проходження отворів решітчастого вікна спрямована у бік лобового скла кабіни зернозбирального комбайна, що суттєво знижує огляд комбайнеру.

Усунути зазначений недолік не дозволяє навіть і мінімізація отворів решета, розмір яких суттєво менший за розміри вільного зерна. Це пов'язано з тим, що отвори решітчастої поверхні повинні мати невеликий розмір (принаймні менше розмірів зерна).

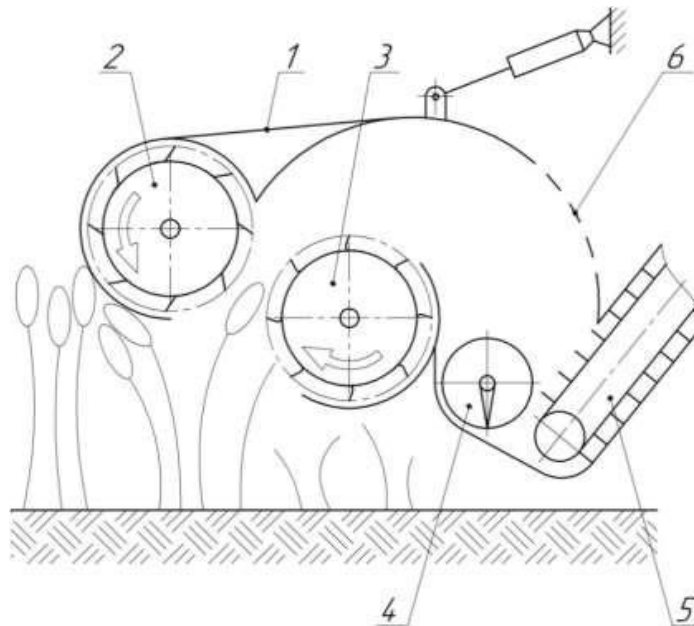


Рис. 1 - Пристрій для обмолоту сільськогосподарських культур:

1 - корпус; 2 - барабан; 3 - очисний барабан; 4 - шнек; 5 - плаваючий транспортер; 6 - решітчаста поверхня

В цьому випадку не виключена можливість їх забивання легкими домішками очісаного вороху. Внаслідок відсутності виходу повітряного потоку, тиск всередині корпусу адаптера зростає, зменшуючи розрідження на вході у пристрій і збільшуючи втрати зерна в зоні очісування. Внаслідок цього виникає необхідність частішої зупинки та очищення отворів решітчастої поверхні адаптера. Це суттєво збільшує витрати часу на технологічне обслуговування пристрою, що спричиняє зниження продуктивності процесу збирання врожаю в цілому. Крім того, у молотильний пристрій надходить надмірна кількість легких домішок (все, що має розмір більше ширини отворів решітчастої поверхні), що перевантажує систему очищення та зменшує пропускну здатність комбайна.

Виклад основного матеріалу. Збирання зернових культур шляхом очісування рослин на корені в ряді випадків є реальною альтернативою сучасним комбайновим технологіям. При цьому, незважаючи на досягнення інженерною наукою певних результатів [3], поки що залишаються не вирішеними велика кількість конкретних завдань і проблем. Зокрема вони стосуються технології подальшої обробки отриманого вороху, який містить до 85% вільного зерна [4]. При цьому його соломиста частина (полова та частково подрібнені стебла рослин, недомолочені колоски) становить лише 30-50% від об'єму соломи, що надходить у молотильні апарати від традиційних жниварок або підбирачів [4]. По суті, ворох, що надходить у молотарку після очісування рослин на корені, ближче за своїм

складом до вороху, що повертається в традиційному зернозбиральному комбайні колосовим шнеком і елеватором на домолочуючий пристрій [5].

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що процес взаємодії компонентів зернового вороху, отриманого внаслідок очісування рослин на корені, з робочими органами молотильного пристрою вивчено недостатньо. Як правило, дослідники обмежуються вивченням характеру взаємодії гребінок очисного пристрою з колоском, а також рухом вільної зернівки після її відокремлення від його стрижня [6]. При цьому відсутні вичерпні дані з фізико-механічних властивостей недомолочених колосків, заради яких, власне, ворох і прямує після очісування в молотильний апарат. Це суттєво ускладнює роботу з оптимізації параметрів молотильного пристрою, призначеного для роботи з ворохом даного типу.

У зв'язку з цим запропоновано причіпний очісуючий пристрій (рис.2) для отримання зернового вороху, визначення його характеристик і проведення подальших досліджень.

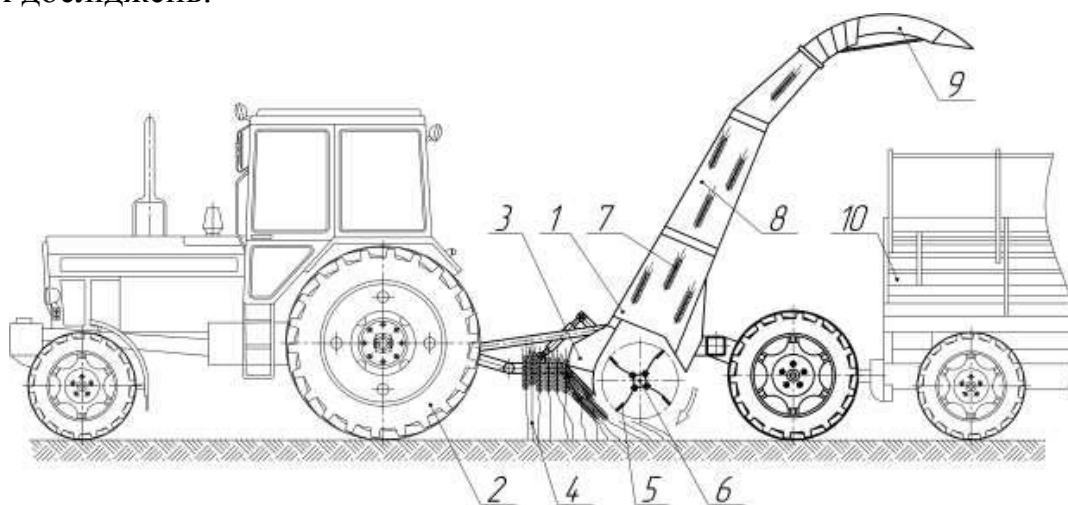


Рис. 2 - Принципова схема роботи причіпного очисного пристрою:
1 - очисний адаптер; 2 - трактор; 3 - напрямник; 4 - стебла; 5 - зуби; 6 - ротор; 7 - обірвані колоски; 8 - трубопровід; 9 - дефлектор; 10 – причіп.

Очисний адаптер агрегатується з трактором МТЗ-80 з постійною швидкістю руху рівною 7 км/год і частотою обертання ротора – 1000 хв^{-1} . Вибір цих параметрів обумовлений тим, щоб з одного боку, стебла не виривались із землі, а з іншого – колоски звільнялися від зерна без пошкоджень зернівок.

При виході ротора 6 на номінальні оберти, адаптер 1 переміщається по полю (рис. 2). При його поступальному русі напрямник 3 нахилиє стебла рослин 4 вперед. Зуби 5 ротора 6, що обертається, прочісують рослини знизу вгору. Вибиті зерна та обірвані колоски 7 переносяться під дією сил інерції та повітряного потоку у трубопровід 8 і дефлектором 9 направлялися в причіп 10.

Висновки. Найважливішим резервом для вдосконалення конструкції зернозбирального комбайна є повна адаптація його технологічного процесу до специфічних особливостей фізико-механічних властивостей зчісаного зернового вороху, у зв'язку з його дезінтегрованістю без соломи та наявністю великої частки вільного зерна.

В результаті проведеного огляду технічних засобів стало зрозуміло, що найперспективнішими є напрям модернізації технологічного процесу зернозбирального комбайна - зменшення енергоємності молотильного пристрою та мінімізація пошкодження вільного зерна за допомогою його попереднього виділення із зернового вороху, отриманого в результаті обчісування перед надходження останнього до молотильного пристрою;

Список використаних джерел

1. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб.; за ред. Д. Г. Войтюка. Суми: Унів. кн., 2008. 543 с.
2. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва: навч. посіб. для студ. Вузів. М-во освіти і науки України, Тернопіль: Терноп. акад. нар. госп-ва, 2002. 251 с
3. Дудак С.М., Грицака О.М., Спірін А.В. Кінетика процесу вимолоту зерна зернозбиральними комбайнами. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. 2015. № 1 (89), Т1. С.53-56.
4. Алієв Е.Б., Яропуд В.М. Фізико-математичний апарат руху насіння в повітряному потоці. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №2 (97). С. 19-23.
5. Котов Б.І., Спірін А.В., Зозуляк О.В. Моделювання та ідентифікація процесу сепарації дрібного вороху вібраційно-повітряними очистками зернозбирального комбайну. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. №1 (96). С.26-29
6. Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Кропивко С.В., Онищенко В.Б. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підруч. для студ. Вузів. Київ, 2005. 464 с
7. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. Технічна механіка. Підручник. Київ: «Хай-ТекПрес», 2011. 340 с.
8. Komaha V.P., Burlaka S.A., Kupchuk I.M., Yatskovska R.O. Analysis of technologies of sowing and sowing. Сільське господарство та лісництво. 2018. №11. С. 123–131

Богдан ТОДОСЬ¹³,
студент 3-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРИКЛАДНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АНІМАЦІЇ У СИСТЕМІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ

***Анотація.** Ефективним способом візуалізації та динамічного представлення тривимірних деталей для прикладних цілей є анімація. 3D-Технологія розширює горизонти можливостей твердотільного моделювання у системі автоматизованого проєктування (САПР). Прогресивним сучасним додатком до системи САПР є 3D-анімація.*

Анімація, це максимальне наближення віртуального світу сучасності до фізичних предметів прикладного характеру, до реальності. Високий рівень аніматора здатен створити високоякісний, презентабельний проєкт на основі простих чи складних своєю геометричною будовою деталей виробничого (прикладного) характеру.

Спеціалізовані комп'ютерні програмні продукти дозволяють створити технологію ілюзії руху неживих об'єктів, застосовуючи засоби для контролю контакту спряжених поверхонь складаних одиниць зі звуковим супроводом для потреб виробництва із мінливими аспектами. Цифровий контент поряд з ефектами візуалізації із різними режимами прозорості деталей, механізмів, вузлів машин, приладів та пристроїв створює актуальні інтерактивні керівні документи: довідники, інструкції для компонування, розбирання, презентацій з метою прикладного застосування.

Abstract. Animation is an effective way to visualize and dynamically represent three-dimensional parts for application purposes. 3D technology expands the horizons of solid-state modeling in computer-aided design (CAD). 3D animation is a progressive modern application to the CAD system.

Animation is the maximum approximation of the virtual world of today to physical objects of an applied nature, to reality. A high level of animator is able to create a high-quality, presentable project based on simple or complex geometric structure of the details of production (applied) nature.

Specialized computer software products allow to create the technology of illusion of inanimate objects, using means to control the contact of connected surfaces of complex units with sound for the needs of production with changing aspects. Digital content, along with the effects of visualization with different modes of vision of parts, mechanisms, components of machines, devices and devices creates relevant interactive guidelines: reference books, instructions for assembly, disassembly, presentations for application.

¹³*Науковий керівник: асистент кафедри машин та обладнання с.-г. виробництва Островський А.Й.

Вступ. Розвиток спеціалізованих комп'ютерних програм сприяє розвитку прикладного застосування анімації на виробництві. Відповідно до закону руху виконавчих органів механізмів віртуальний світ системи автоматизованого проєктування відповідає розробками анімаційного цифрового контенту. Володіючи потужною базою візуалізації САПР наочно зображує рух механізмів, пристроїв, приладів та вузлів різних машин. Проєкт сучасної прикладної анімації – це послідовна стратегія, покроковий розвиток тривимірних анімаційних ефектів.

Можливість імпортувати, створювати, налаштовувати чи змінювати 3D-моделі властива більшості графічно орієнтованих комп'ютерних програм. Процес реалізації проєкту нової ідеї початкового рівня із відповідними навичками тривимірного моделювання чи програмування включають використання геометричних примітивів. Надалі настає період залучити увесь функціонал комп'ютерної програми який дозволяє статичну модель анімувати у прикладній формі.

Виклад основного матеріалу. Характерною особливістю сьогодення є наявність віртуального світу 3D-анімації, яка все глибше проникає практично в усі сфери виробництва. Анімовані вироби – це універсальний інструмент з величезним потенціалом, який можна відредагувати та отримати унікальні об'єкти. Такі рішення базуються на сучасній віртуальній тривимірній технології. Вони часто застосовуються для демонстрації різних типів проєктів перед початком або під час їх реалізації. Не існує, в принципі, істотних обмежень щодо змісту таких анімацій. Розробники, дизайнери, співробітники ремонтно-експлуатаційних відділів використовують їх дуже часто для того, щоб швидко розібратися у влаштуванні виробу та навчитися порядку збирання-розбирання (рис. 1).

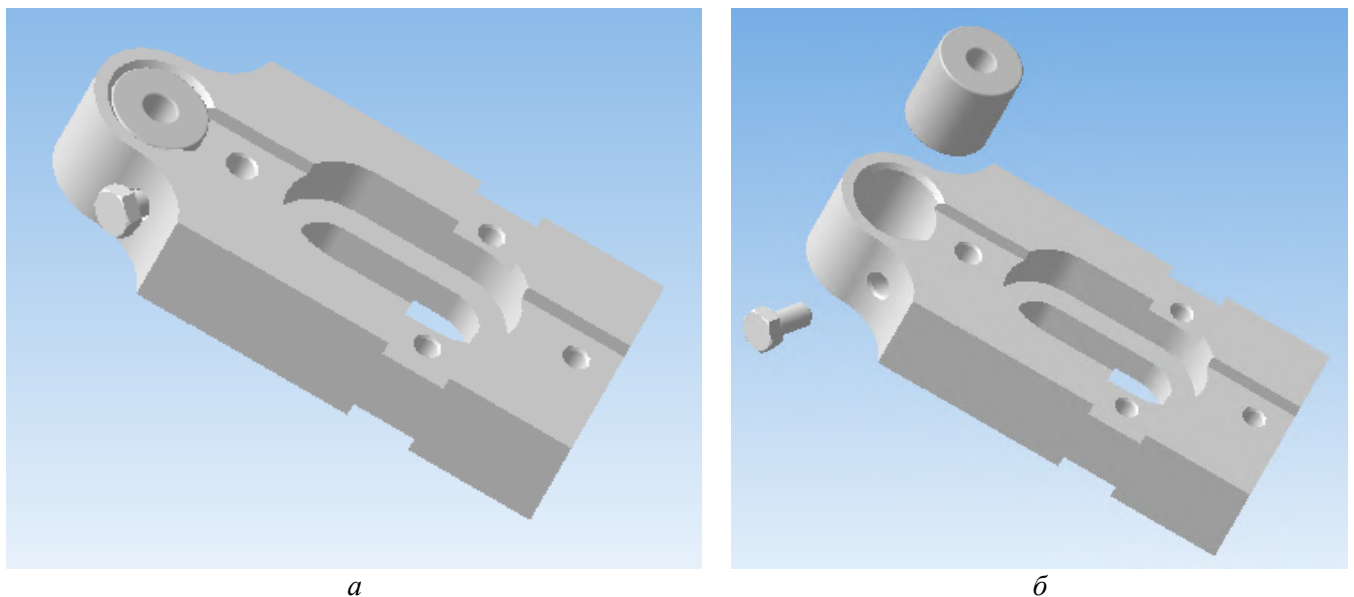


Рис. 1. Фрагмент компоновки УСП-12
а – кондукторна планка (збірка); б – анімація

На (рис. 1) представлено фрагмент анімованих елементів компоновки Універсально-складальних пристроїв (УСП) ДСТУ 2691-94 [1]. В анімації присутній гвинт, кондукторна планка і втулка. У збірці (компоновці) зафіксуємо

планку кондукторну, а інші елементи (гвинт і планка) зв'яжемо з нею відповідними зв'язками.

3D-анімація розширює можливості простого зображення елементів і компоновок УСП на ділянці Універсально-складальних пристроїв у формі зображень.

Прикладом може служити організаційне рішення, коли на ділянці «Універсально-збірних пристосіблень» (УЗП) був застосований фотоапарат для збереження зображення кінцевого продукту, тобто конструкції універсально-збірного пристосіблення. Особливістю складання конструкції УЗП висококваліфікованим слюсарем-інструментальником є те, що час, який витрачається на процес складання, в декілька раз менший ніж час на осмислення самої конструкції УЗП, тобто процесу проектування, а самі конструкції після використання розбираються для використання на інших технологічних операціях підприємства [2].

Статичне нерухоме зображення елементів та компоновок УСП можна побачити у спеціальних альбомах, наприклад, В. С. Кузнєцов, В. А. Пономарьов «Універсально-складальні пристрої» або каталозі деталей і складальних одиниць універсально-складальних пристроїв із пазами 12 мм (УСП-12) чи державних стандартах України (ДСТУ 2691-94).

До анімованих елементів або компоновок УСП можуть бути застосовані дії які дозволять відтворити послідовність процесу складання або розбирання, просторове розміщення, ефекти обертання навколо осей вибраної системи координат, використання змінних і ін.

Функція обертання деталі Опора квадратна 60х60 із двома повздовжніми Т-подібними пазами УСП-12 навколо осі вибраної системи координат зображена на (рис. 2)

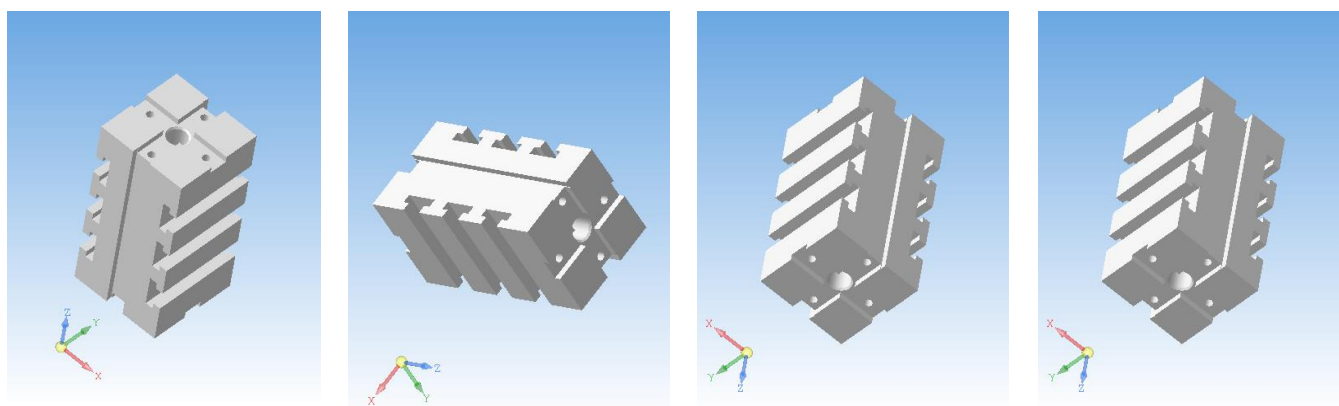


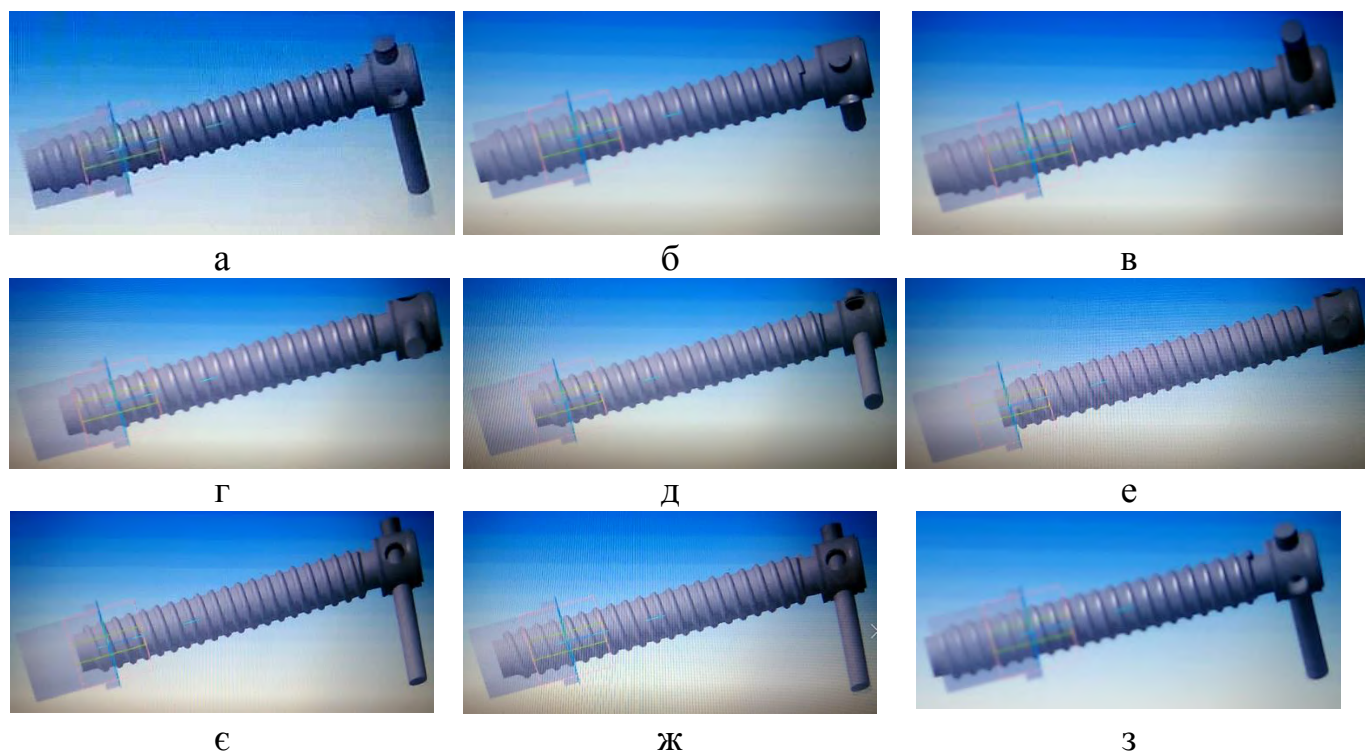
Рис. 2. Обертання навколо осі вибраної системи координат

У режимі складання при реалізації анімаційних ефектів можна також задати переміщення елемента або елементів компоновки по траєкторії, яку можна задати за допомогою 3D-сплайнів і 3D-ламаних, створити траєкторію будь-якої точки поверхні. У окремому діалозі, для режиму переміщення та обертання є можливість задавати такі параметри як час, швидкість і напрямок.

У компоновках Універсально-складальних пристроїв окрім збірок є у наявності підзбірки. У випадку застосування режимів анімації Переміщення й Обертання функціонал може бути застосований до деталей збірки та підзбірок. Застосування якої небудь дії до компонентів підзбірки неможливе тому, що за фактом усі її деталі вважаються зафіксованими.

Важливою функцією віртуального простору моделювання є керування прозорістю елемента. Завдання прикладного тривимірного моделювання поряд із категоріями побудови за допомогою різноманітних технік (геометрія), наприклад, ходова нарізь для передавання руху, інформації про візуальні властивості (матеріал), наприклад, колір гвинта чи гайки і ін. – описати дані об'єкти кінематичної пари нарізевого роз'ємного з'єднання відповідно до вимог прикладного застосування.

Прогресивний напрямок у системі автоматизації проєктних робіт (САПР), найпередовіших досягнень та інноваційних ідей, додаткових ефектів тривимірного моделювання, наприклад, прозорість деталі, для створення реальних деталей машин, знаходить широке застосування у сфері матеріального виробництва (рис. 3).



**Рис. 3. Анімація нарізевого з'єднання із керуванням прозорості
а, б, в, г, д – загвинчування; е, є, ж, з – відгвинчування**

Для розглянутих простих прикладів анімації – переміщення складаних одиниць планки кондукторної, обертання навколо вибраної системи координат деталі Опора квадратна 60х60 із двома повздовжніми Т-подібними пазами комплекту УСП-12 та анімація ходової нарізі для передавання руху (за годинниковою стрілкою або проти); спільним є ряд параметрів, наприклад, фіксація головного елемента. Наступним кроком – додається елемент, який

виконує роль анімованої деталі. Зафіксований у просторі елемент вставляється у збірку, а інші отримують відповідні зв'язки (накладаються в'язі). На початку створення сценарію анімації, для успішного його виконання, потрібно (рис. 3) створити пару гвинт-гайка, а для (рис. 1) побудувати траєкторію переміщення елементів універсально-складальних пристроїв кондукторна втулка та гвинт. Для вказаних прикладів також необхідно створити спряження поверхонь даних елементів.

Значний вплив має функція, яка служить для виявлення колізій при взаємному русі деталей, наприклад, вузлів і деталей у механізмах машин. Як згадувалося раніше, у цьому прикладі можна описати функцію зіткнення компонентів під час руху. Для цього у програмах необхідно увімкнути, як правило, опцію Зупинити при зіткненні. Після початку анімації, як тільки, наприклад, гвинт торкнеться планки або гайки (рис. 1 і рис. 3), збірка виділяється червоним кольором. Зіткнення елементів компоновки призводить до зупинки анімації. Насправді функція свідчить про перевищення шляху переміщення.

Таким чином на простих прикладах наведені ефективні способи анімації та візуалізації для прикладного застосування 3D-технології твердотілого моделювання, як прогресивного додатку у системі автоматизованого проектування.

Висновки. Найбільш проблемним при написанні матеріалу, який стосується 3D-технології у системі автоматизованого проектування (САПР) – показати прикладні моменти анімації у статичному вигляді.

Результатом дослідження даної статті є висновок, що сьогодення, віртуальний світ немислимий без анімації. Відповідно до умінь і навичок аніматора, відкриваються можливості створення високоякісного продукту прикладного характеру.

На прикладах показано прикладне застосування анімованих деталей у системі універсально-складальних пристроїв (УСП-12) ДСТУ 2691-94 (рис. 1 і рис. 2) та на нарізі ДСТУ 2497-94, яка у загальному машинобудуванні є найпоширенішим елементом рознімних з'єднань. Розглянуто нарізеві з'єднання, які використовуються для скріплення елементів компонок УСП-12 (нарізі кріпильні) (рис. 1) та нарізі ходові (передачі руху) (рис. 3). Характерною особливістю конструкції нарізі (рис. 3) є гвинтовий виступ (відповідно канавка), які виконані на бічній поверхні циліндра і вони обумовлюють назву – нарізь круга.

Підбиваючи підсумки прикладного застосування анімації у системі автоматизованого проектування (САПР), доцільно зауважити, що однозначно потрібно розглядати проблемні питання тривимірного моделювання тільки у площині вдосконалення майстерності у зв'язку з актуальністю.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2691-94 Деталі та складальні одиниці універсально-складальних пристроїв до металорізальних верстатів. Технічні вимоги. Методи контролю. Маркування, пакування, транспортування та зберігання (ГОСТ 31.111.42-93). [Чинний від 1995-07-01]. Вид. офіц. Київ, 1995. 116 с. (Інформація та документація).

2. Вальчук В. В. Техніко-економічні аспекти розвитку системи нормування праці в умовах глобалізаційних процесів. *Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки. Вінницького національного аграрного університету. 2021. № 4. С. 135-140.*

3. Островський А. Й. Інноваційний підхід у використанні універсально-збірних пристосувань. *Техніка. Енергетика. Транспорт АПК. 2018. № 3. С. 85-89.*

4. Технічна енциклопедія TechTrend. Застосування – універсально-збірне пристосування. URL : <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=22980>.

5. Думанчук М. Ю. Використання комп'ютерного моделювання при проєктуванні УСП для хонінгування гільзи ДВС. *Вісник Сумського національного аграрного університету. 2019. Випуск 1-2. С. 1-8.*

Владислав ХРИЩЕНЮК¹⁴,

студент 2-го курсу,

Інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПОТОКІВ У ЗМІШУВАЧАХ

Анотація. Розглянуто детерміністичний підхід опису течії у пристінній області турбулентного прикордонного шару. Досліджена пориста течія Куетта, в площині, перпендикулярній до основного потоку, періодичним за часом циркуляційним полем швидкості. Накладена поперечна течія забезпечує періодичне вторгнення до нижньої стінки завихреної в поздовжньому виправленні частини рідини, частково моделюючи відоме явище вторгнення та викидів рідини в турбулентному прикордонному шарі.

Abstract. The deterministic approach to the description of the flow in the near - wall region of the turbulent boundary layer presented is considered. The porous Quetta flow in the plane perpendicular to the main flow, the periodic circulating velocity field, is studied. The superimposed transverse flow provides periodic intrusion to the lower wall of the vortex in the longitudinal correction of the fluid, partially simulating the known phenomenon of intrusion and release of fluid in the turbulent boundary layer.

Вступ. Для моделювання нестационарних когерентних структур у пристінній області розвиненого турбулентного прикордонного шару (ТПШ), що виникають стохастично за часом і простором, але мають цілком певний період повторюваності, природно представляється ізолювати періодичну за часом течію, причому таку, щоб у поперечному потоку напрямку (площина $x=\text{const}$) були досить

^{14*} Науковий керівник: доктор філософії, старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Бурлака С.А.

яскраво виражені вторгнення до нижньої стінки і підйом від неї певної частини рідини [1].

Виклад основного матеріалу. Розглянемо пористу течію Куетта за схемою, представленою на рис. 1.

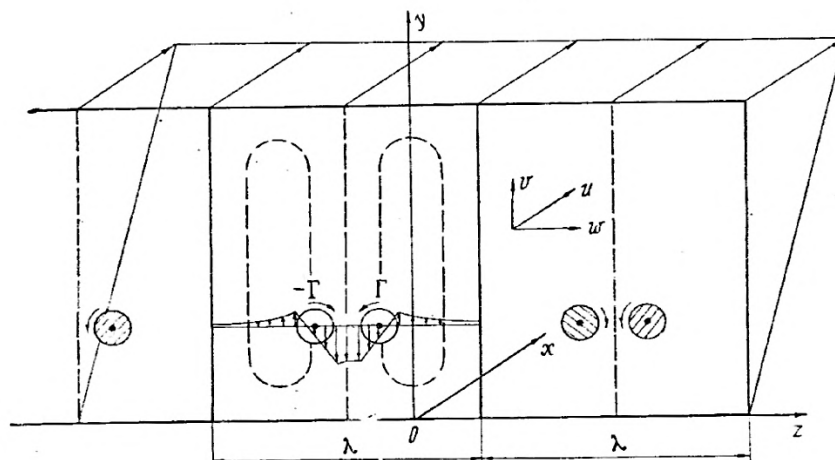


Рис.1 Пориста течія Куетта

Нижня площина ($y = 0$) нерухома, а верхня ($y = b$) рухається в напрямку осі x з постійною швидкістю V_0 .

У напрямку осі z в кожному з осередків розміром λ є збурюючий поперечний перебіг, характер якого буде уточнений нижче. Зміна всіх гідродинамічних величин уздовж осі x відсутня. В силу останнього припущення рівняння Нав'є-Стокса розщеплюються, тому дослідження рішення може бути проведене у два етапи: 1) для накладеної поперечної течії (у площині y, z); 2) для v поздовжньої складової швидкості у напрямку осі x [2].

Враховуючи, що в реальному ТПШ під час вторгнення в пристінну область найбільша поздовжня завихренність зосереджена саме в струмочку рідини, що опускається, приймемо наступні припущення про характер накладеної поперечної течії: 1) вся поздовжня завихренність середини осередку областях Σ_1 та Σ_2 ; 2) величина вихору в Σ_1 та Σ_2 , протилежна за знаком і однакова за величиною і не змінюється з часом. Прийняття цих припущень дорівнює тому, що кінематика накладеної поперечної течії описується рівняннями Ейлера. Однак для того щоб вирішення рівнянь Ейлера не приходило в суперечність з в'язким характером руху рідини в поперечному напрямку, необхідно припустити, що стінки осередків $y = 0$ і $y = b$ рухомі в напрямку осі z і швидкість їх переміщення в кожній точці збігається зі швидкістю, що визначає рішенням рівнянь Ейлера у тій же точці; відсутність дифузії вихрових областей Σ_1 та Σ_2 і не суперечить в'язкому характеру поперечної течії, якщо припустити, що на межах вихрових областей є в'язка напруга, обумовлені кінематикою нев'язкого руху, які здійснюють роботу, що повністю компенсує дисипацію механічної енергії в накладеному поперечному перебігу [3].

Отже, в якості поперечного перебігу, що обурює основний поздовжній потік, приймається поле швидкості, індукційної в кожній з пів осередків вихровою областю Σ , за межами якої поздовжня завихренність дорівнює нулю. Це поле швидкості описується рівняннями Ейлера [4]. Так як в будь-який момент часу

вихрові області Σ_1 та Σ_2 , симетричні по відношенню до вертикальних кордонів осередків, рівномірно розподілених уздовж осі z , умова не протікання на них виконується автоматично. В якості граничної умови на межах $y=0$ і $y=b$ ставляться умови нев'язкої течії: $v=0$ при $y=0$ і $y=b$.

Знаходження в точній постановці періодичного розв'язання рівнянь Ейлера, що містить кінцеві області з постійною завихренністю, межа яких деформується з часом і підлягає визначенню, є самостійним і досить складним завданням. Враховуючи, що основною метою роботи є виявлення ефектів нестационарності в поперечній течії, приймемо спрощену модель поперечної течії [5]. Вважатимемо, що поперечний переріз вихрових джгутів є круговим у будь-який момент часу. Вочевидь, що радіус його в силу з нестисливістю рідини буде незмінним за часом. Положення вихрової області у просторі визначатимемо координатами центру площі області Σ . У такому наближенні задача про рух вихрових областей рівнозначна задачі про переміщення точкового вихору з циркуляцією Γ (створюваною вихровою областю Σ) у прямокутному півосередку. Якщо y_0, z_0 - координати центру площі, то його рівняння руху:

$$\begin{aligned}\frac{dy_0}{dt} &= \frac{1}{4} \frac{\operatorname{tg} \pi z_0 \operatorname{sh}^2 \pi y_0}{\cos^2 \pi z_0 + \operatorname{sh}^2 \pi y_0} \\ \frac{dz_0}{dt} &= \frac{1}{4} \frac{\operatorname{cth} \pi z_0 \cos^2 \pi z_0}{\cos^2 \pi z_0 + \operatorname{sh}^2 \pi y_0}\end{aligned}\quad (1)$$

Тут лінійні розміри віднесені до півширини осередку $\lambda/2$, а час - до величини $(t^* = \frac{\lambda^2}{4\Gamma})$. Слід зазначити, що рівняння (1) є не абсолютно точними, оскільки вони враховують швидкості, що індукують в точці y_0, z_0 лише двома парами нескінченних ланцюжків вихорів, розподілених уздовж осі z з кроком λ і симетричних щодо осі z . Тому їх слід використовувати при русі вихору в нижній половині комірки. При переході вихоря у верхню частину осередку в (1) використовувалися дві пари ланцюжків, відображених відносно осі $y = b$. Таке спрощення є виправданим для прямокутних комірок з подовженням $H = \frac{2b}{\lambda} \geq 4$, оскільки в цьому випадку вплив горизонтальних границь на переміщення вихору в осередку проявляється лише на відстанях $\Delta y < \lambda/2$ від них. На інших частинах

траєкторії вихор слідує з постійною швидкістю вздовж вертикальної межі [6].

Інтегрування системи (2) здійснювалося на ЕОМ БЕСМ-6 методом Рунге-Кутта 4-го порядку точності. Знання координат y_0, z_0 у довільний момент часу дозволяє

$$\begin{aligned}v = \frac{1}{4} & \left[\frac{\sin \pi (z - z_0)}{\operatorname{ch}[(y - y_0)\pi] - \cos \pi (z - z_0)} + \frac{\sin \pi (z + z_0)}{\operatorname{ch} \pi (y - y_0) + \cos \pi (z + z_0)} - \right. \\ & \left. - \frac{\sin[(z + z_0)\pi]}{\operatorname{ch} \pi (y + y_0) + \cos \pi (z + z_0)} - \frac{\sin \pi (z - z_0)}{\operatorname{ch} \pi (y + y_0) - \cos \pi (z - z_0)} \right]\end{aligned}\quad (2)$$

$$\omega = \frac{1}{4} \left[\frac{sh \pi (y + y_0)}{ch \pi (y + y_0) - \cos \pi (z - z_0)} + \frac{sh \pi (y - y_0)}{ch \pi (y - y_0) - \cos \pi (z - z_0)} - \frac{sh \pi (y + y_0)}{ch \pi (y + y_0) + \cos \pi (z + z_0)} - \frac{sh \pi (y - y_0)}{ch \pi (y - y_0) + \cos \pi (z + z_0)} \right]$$

виписати поле швидкостей у будь-якій точці осередку (нижче вони виписані з урахуванням лише двох основних пар вихрових ланцюжків):

Швидкості v і ω безрозмірні з використанням співвідношення $V^* = 2\Gamma/\lambda$.

Співвідношення (2) застосовуються для нижньої частини півосередку $|z| \leq 1/2$ у $y \leq H/2$ і за межами вихрової області Σ [при $y \geq H/2$ в (2) необхідно

використовувати дві пари вихрових ланцюжків, симетричних щодо верхньої межі осередку]. У середині вихрового джгута з (2) видалялися особливості, що відповідають власному точковому вихору з координатами y_0, z_0 проте, про аналогію з вихором Ренкіна додавалися компоненти швидкості, що індукуються рівномірно розподіленою завихренністю. На рис. 1 дано якісне зображення u – компонента швидкості по ширині осередку для $y = y_0$

На підставі зроблених вище припущень поздовжній компонент швидкості задовольняє рівнянню:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = \frac{1}{Re_{\perp}} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right); \quad (3)$$

Тут швидкість u віднесена до швидкості переміщення V_0 верхньої стінки $y=H$ в напрямлені x , а $Re_{\perp} = \frac{\Gamma}{\nu} = \frac{2\Gamma}{\lambda} \frac{\lambda}{2} \frac{1}{\nu}$ – число Рейнольдса поперечної течії (ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості) [7].

Граничні умови для величини та аналогічні прийнятим u у [1, 2]:

$$\begin{aligned} u &= 0 \text{ при } y = 0; \\ u &= 1 \text{ при } y = H; \end{aligned} \quad (4)$$

$\frac{\partial u}{\partial z} = 0$ при $z = \pm \frac{1}{2}$ (зрозуміло, що з дослідження картини течії досить обмежитися розглядом лише однієї пів комірки).

Істотно, що входять до (2) компоненти швидкості v, w визначаються незалежно від поздовжнього перебігу і вважаються відомими функціями координат і часу.

У роботі [8] показано, що при зростанні параметра $Re_{\perp}$ у разі стаціонарної моделі поблизу горизонтальних кордонів прямокутного осередку досить інтенсивно розвиваються області невеликих (по y) розмірів з великими градієнтами $\frac{\partial u}{\partial y}$. Враховуючи, що в кінцевому рахунку важливо знати з найбільшою точністю рішення саме в цих областях, для збільшення точності розрахунків було введено розтяг у напрямку осі y розрахунковій області поблизу стінок $y=0, y=H$ шляхом переходу до нової змінної s ($0 \leq s \leq 1$):

$$\frac{y}{H} = s - \alpha \sin 2\pi s, \quad (5)$$

де на підставі чисельних експериментів прийнято:

$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \frac{Re_{\perp}}{Re_{\perp} + 50}.$$

Очевидно, що рівномірна по s розрахункова сітка має згущення у поблизу стінок $y = 0$ і $y = H$ яке автоматично зростає зі зростанням $Re_{\perp}$. У змінних s, z рівняння (2.1) набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} + \left(vs - \frac{s''}{Re_{\perp}} \right) \frac{du}{ds} + \omega \frac{du}{dz} &= \frac{1}{Re_{\perp}} \left(s'^2 \frac{d^2 u}{ds^2} + \frac{d^2 u}{dz^2} \right); \\ s' &= \frac{1}{H^2} (1 - 2\pi a \cos 2\pi s)^{-1}; \quad s'' = -\frac{1}{H^2} \frac{4\pi^2 a \sin 2\pi s}{(1 - 2\pi a \cos 2\pi s)^3}. \end{aligned} \quad (6)$$

Рівняння (6) і граничні умови (5) є лінійними, проте складність у знаходженні рішення визначається тим, що залежність коефіцієнтів v, w від часу не можна уявити через елементарні функції. Тому ці рівняння разом із (1) вирішувалися чисельно на ЕОМ БЕСМ-6.

Як різницеву схему використовувалася неявна схема змінних напрямів Письмена-Рокфорда [8]. Дійсність методу коротко зводиться до наступного. Площина змінних (s, z) покривається прямими $s_i = const, z_j = const$ через рівні проміжки Δs і Δz , і в точках перетину прямих похідні від шуканої функції u замінюються кінцевими різницями на шаблоні "хрест". Перехід за часом від t до $t + \Delta t$ відбувається у два етапи з використанням проміжного тимчасового шару, що відповідає значенню $t + \frac{1}{2} \Delta t$. На проміжному шарі апроксимуєма система алгебраїчних рівнянь вирішується методом прогонки по s , а на основному - прогонкою по z . Кількість вузлових точок на кожному тимчасовому шарі визначається бажаною точністю розрахунків та пам'яттю ЕОМ. У більшості розрахунків було прийнято $N_s = 75, N_z = 21$. Крок за часом становив $\Delta t = 0,1 \div 0,2$ (в одиницях $t^* = \lambda^2/4\Gamma$) при повному періоді обороту вихору $T = 25 \div 60$.

Істотним моментом є завдання початкової умови для нестационарного рівняння (6). Справа в тому, що для опису модельної течії у пристінній області ТПШ використовується періодичне рішення. Однак при заданому в початковий момент часу положенні вихрової області (і тим самим початковому поперечному перебігу) профіль поздовжньої швидкості, що відповідає цьому моменту часу, необхідний для забезпечення періодичності рішення, залишається невизначеним. Тому природним є метод встановлення при знаходженні періодичного рішення в поздовжньому напрямку.

Нехай при $t = 0$ задані величина Γ і положення вихрової області, а також деяке початкове приближення $u_0(s, z, 0)$ відповідне певному $Re_{\perp}$. Здійснюючи інтегрування системи (1) спільно з (6) в межах достатньо великої кількості обертів вихору в прямокутному осередку і враховуючи періодичність коефіцієнтів v, w можна отримати граничне періодичне рішення для $u(s, z, t)$ при досить хорошому його початковому наближенні. Розрахунки показали, що цей метод розв'язання цілком здійснений.

Досліджувана періодична по z і t течія Куетта залежить від кількох вільних параметрів. Визначальним для поздовжньої складової швидкості є число $Re_{\perp}$, циркуляційної поперечної течії, яке само не залежить від $Re_{\perp}$, оскільки воно безпосередньо входить до рівняння для поздовжньої швидкості. Іншим параметром

завдання є подовження осередку $H = 2b/\lambda$. Нарешті, вільними параметрами є період T накладеної циркуляційної течії та радіус R вихрової області.

У завдання справжньої роботи не входить детальне дослідження впливу всіх параметрів на характеристики перебігу, оскільки це потребувало б надзвичайно великого машинного часу. Тому велика частина розрахунків виконана для значення подовження осередку $H = 6$. Для цілей роботи цього значення H цілком достатньо, оскільки розрахунки показують, що в цьому випадку на рух вихрової області в діапазоні $1 \leq y \leq 5$ (т. е. порядку 70% по висоті осередку) горизонтальні межі не впливають, і на цій ділянці вихор рухається з постійною швидкістю паралельно вертикальним стінкам.

Використана кількість вузлових точок у полі течії $N_s = 75, N_z = 21$ забезпечує повну завантаженість всієї додаткової пам'яті БЕСМ-6 на барабанах та прийнятний час розрахунку $t \approx 15$ хв, необхідне для розрахунку всіх характеристик перебіг а один повний оборот вихору в осередку.

Величина R – радіуса вихрової області - обрана $R=0,15$, максимальне значення швидкості поперечної течії дається ~ 1 , при цьому всередині вихрової області міститься $\sim 12-20$ вузлових точок, якої цілком достатньо для правильного опису поля швидкості в околиці вихору.

Період протікання T визначається заданим початковою z_0 ординати центру вихору, що відраховується від вертикальної стінки, при $y = H/2$ і виявляється рівним $T = 27,4; 49,6$ при значеннях $z_0 = -0,35; -0,25$ відповідно.

Для встановлення періодичного вирішення рівняння (3) потрібно 8-12 обертів вихору в осередку. Розрахунки проведені для вільного параметра $Re_{\perp} = 50; 100; 150; 230$. При цьому вирішення для $Re_{\perp} = 50$ є початковим наближенням до рішення для $Re_{\perp} = 100$ і т. д. Така послідовність у знаходженні рішення виявляється необхідною та пов'язана з досить сильною залежністю процесу «встановлення» періодичного рішення від початкової умови.

Відповідно до детерміністичного підходу до дослідження течії у в'язкому підшарі ТПС, висунутому в роботах [9], прийmemo, що аналізований істотно просторовий не стаціонарний перебіг протягом періоду T моделює існуюче в реальному ТПШ явище опускання рідини до стінок з подальшим її підйомом від стінки, що виникає стохастично, але що розвивається на певному інтервалі часу цілком детерміністично.

Відповідно до цього можна прирівняти блискавичний профіль швидкості при $z = const$ з миттєвим профілем швидкості в пристінній області ТПШ. Оскільки розглядається в середньому плоский турбулентний шар (не залежить від координати z) і тому виникнення викидів та вторгнень рідини дорівнює для будь-яких точок z , механізм опосередкування величин модельної течії (необхідний для переходу до турбулентних характеристик) включати ще опосередкування по z в межах осередку із загальною протяжністю λ . Приймемо, що обчислення середньої величини від будь-якої функції $\bar{f}$ проводиться за правилом:

$$\bar{f}(y) = \frac{1}{T} \int_0^T \langle f \rangle dt; \langle f \rangle = \frac{1}{\lambda} \int f dz, \quad (7)$$

а відхилення миттєвого значення f від $\bar{f}$ назовемо пульсацією. Легко бачити, що застосування операції опосередкування (7) до v та ω дає $v = \omega = 0$, що відповідає реальному плоскому турбулентному прикордонному шарі.

Нехай τ_0 – середнє значення напруги тертя на стіні. Тоді $u_* = \sqrt{\tau_0/\rho}$ і $l_* = \nu/u_*$ – динамічна швидкість та в'язка довжина відповідно є характерними масштабами швидкості та довжини у пристінній області. Введемо нові змінні, властиві пристінній області ТПС:

$$(y_+, z_+) = \bar{y}, \bar{z}/l_*; \quad (u_+, v_+, w_+,) = (\bar{u}, \bar{v}, \bar{w})/u_* \quad (8)$$

де знаком " – " позначені розмірні величини. Можна (за аналогією з [1]) показати, що опосередкування (7), застосоване до рівняння (4), з використанням рівняння нерозривності

$$\frac{du}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0$$

та граничних умов непротікання на вертикальних межах для v і w призводить до співвідношення:

$$\frac{d\bar{u}_+}{dy_+} - \bar{u}_+ \bar{v}_+ = 1 \quad (9)$$

Тим самим модельний перебіг має властивість, властиву реальному ТПС у пристінній області: сума рейнольдсових та в'язких напружень не залежить від відстані до стінки.

Однак є і суттєва різниця між модельним та реальним перебігом. Якщо в модельному перебігу значення поздовжньої u та поперечної v складових швидкості незалежні один від одного (число $Re_\perp$ є вільним параметром), то реальному ТПС, як свідчить досвід [10], має співвідношення:

$$[(\bar{v}'^2)^{1/2}/u_*]_{max} \approx 1, \quad (10)$$

де середньо-квадратичне значення поперечної пульсації v_+ береться далеко від в'язкого підшару. Ми приймаємо, що аналогічне співвідношення має місце для модельної течії. Так само як і в [10], вводимо величину $\lambda_+ = \lambda/l_*$ яка в реальному ТПС є фундаментальним параметром, що визначає поперечний (по z) розмір вихроутворень.

Прийняті умови дозволяють для цього параметра λ_+ ввести зв'язок між поздовжнім та поперечним течіями. Дійсно, нехай $\sqrt{\bar{v}_{max}^2} = o$. Тоді з визначення $Re_\perp$ і (10) слід:

$$\lambda_+ = 2o Re_\perp \quad (11)$$

Цим самим для кожного λ_+ однозначно визначено число Рейнольдса поперечної течії, що входить до основного рівняння (11). Нехай відоме рішення цього рівняння. Тоді формули переходу від характеристик модельної течії до відповідних ТПС мають вигляд:

$$\begin{aligned} (y_+, z_+) &= \frac{\lambda_+}{2} (y, z); & \bar{u}_+ &= \frac{\lambda_+}{2R} \bar{u}; \\ \sqrt{\bar{v}_+^2} &= \frac{1}{o} \sqrt{\bar{v}^2}; & \sqrt{\bar{u}_+'^2} &= \frac{\lambda_+}{2R} \sqrt{\bar{v}^2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Тут $R = \frac{d\bar{u}}{dy}$ при $y = 0$, про, а величин $a' = u - \bar{u}$ являє собою пульсацію продольної швидкості. Тим самим формули (12) дають змогу зіставити рішення модельного перебігу характерним середнім і пульсаційним характеристикам прикордонного турбулентного шару.

На рис. 2 представлена розрахункова залежність від часу середнього по z напрузі тертя $\langle \tau \rangle$ при $y = 0$ для $\lambda_+ = 100$, $z_0 = -0,35$. Видно, що з наближенням вихрового джгута до стінки має місце яскраво виражене імпульсивне зростання $\langle \tau \rangle$ (вертикальна штрихова лінія відповідає моменту часу, коли вихор проходить положення $z = 0$ і знаходиться на найменшому віддалення від стінки). Цікаво, що різке збільшення напруги тертя відбувається на режимі опускання (вторгнення) у пристінну область. На тому ж малюнку наведено профіль середньої по z поздовжньої швидкості $\langle u \rangle$, який можна порівняти з миттєвим профілем швидкості у векторній точці реального ТПШ, у порівнянні з профілем середньої швидкості $\bar{u}_+(y_+)$.

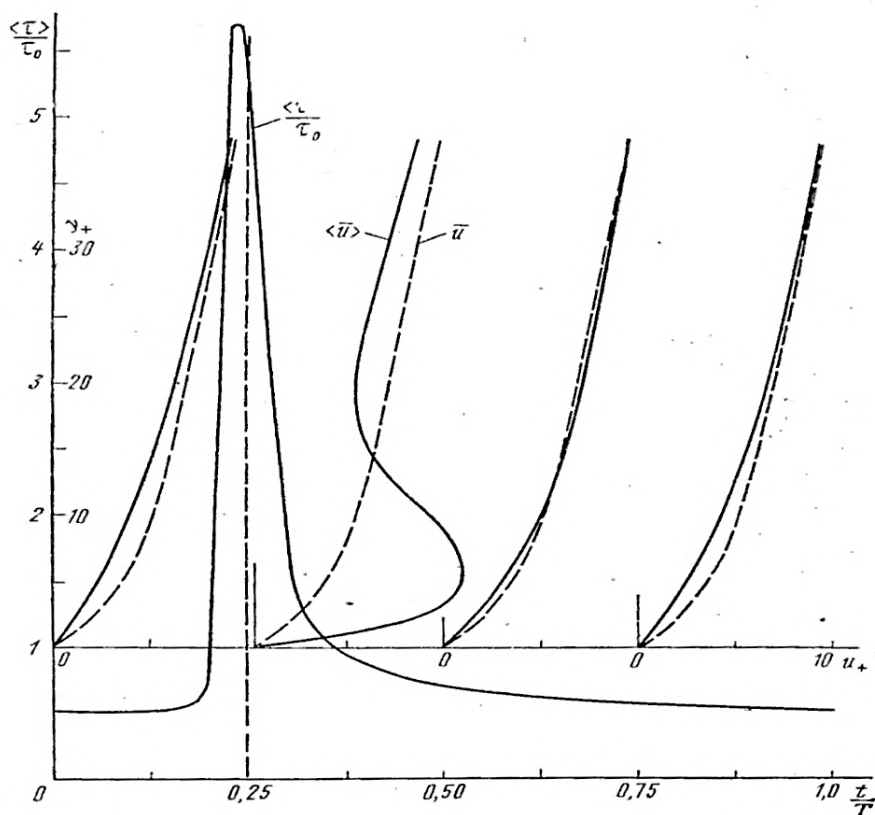


Рис. 2 Графік розрахунку залежності від часу середнього по z напрузі тертя $\langle \tau \rangle$ при $y = 0$ для $\lambda_+ = 100$, $z_0 = -0,35$

Рис. 3 і 4 дають уявлення про відповідність середньоквадратичних пульсаційних складових швидкості досвідченим даним, а також розрахунковим даним, [10] для $\lambda_+ = 100$ ($Re_{\perp} = 230$; $T = 49,6$; $R = 0,2$), що відповідає випадку розвиненого ТПШ на гладкі стінки. Видно, що розрахункові залежності (суцільні лінії) цілком прийнятно відтворюють експериментальні (штрихова доріжка за результатами робіт, знаходяться в некоректно якісному неузгодженні з розрахунковими даними [10] і наближають дані стаціонарної моделі [1] для поздовжніх пульсацій до експериментальних.

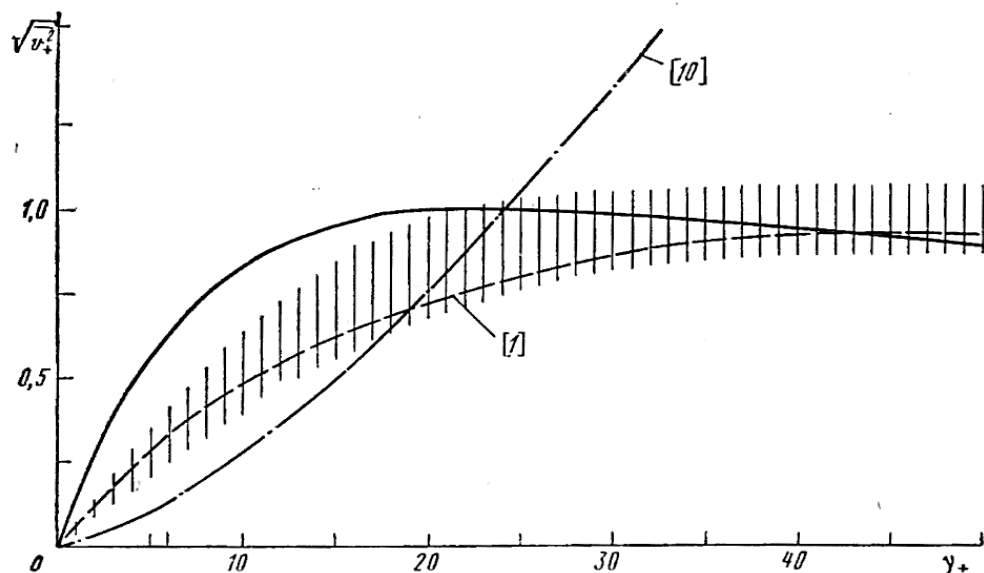


Рис. 3 Графік з відповідністю середньоквадратичних пульсаційних складових швидкості при $\lambda_+ = 100$ ($Re_{\perp} = 230$; $T = 49,6$; $R = 0,2$)

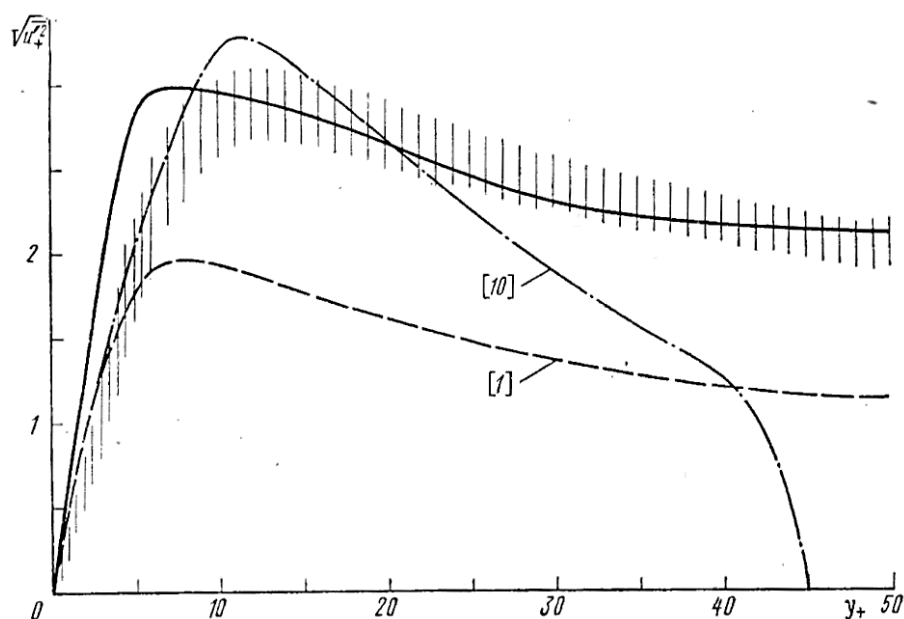


Рис. 4 Графік з відповідністю середньоквадратичних пульсаційних складових швидкості на гладких стінках

Зазначимо, що аномальна поведінка при $25 < y_+ \leq 45$ рахункових пульсаційних характеристик роботи [10] значною мірою є наслідком прийнятої умови при $y_+ = 45$, тобто що на верхній межі розрахункового осередку відсутня пульсаційна складова поздовжньої швидкості (в той час як експериментальне значення середньоквадратичної пульсації у цій галузі становить $\sim 75\%$ від максимального). Щодо розрахункового профілю середньої швидкості (рис. 5, суцільна лінія), то хоча результати цієї роботи і наближають результати стаціонарної моделі до досвідчених даних, всі за межами в'язкого підшару мають місце заниження розрахункових даних у порівнянні з експериментальними. Прояв

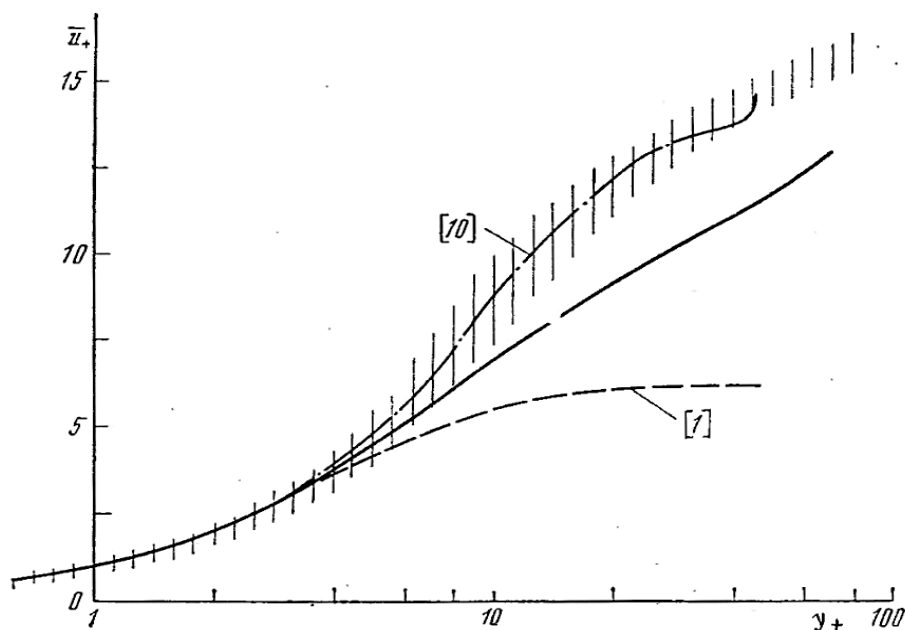


Рис. 5 Графік з відповідністю середньоквадратичних пульсаційних складових швидкості Рейнольдсових напруг у модельному перебігу

цих обставин є наслідком досить великих Рейнольдсових напруг у модельному перебігу.

Висновок. Побудова математичних моделей для опису течії у пристінній області розвиненого ТПШ з допомогою рівнянь Наве-Стокса викликано появою у другій половині 60-х принципово нових експериментальних даних про турбулентні рухи рідини. Виявлення досить організованих вихрових структур у пристінній області з характерним поперечним розміром λ_+ (в напрямку осі z), що набуває ролі одного з визначальних та фундаментальних параметрів, виправдовує використання рівнянь Наве-Стокса для модельного опису цих структур, що виникають стохастично за часом і простором, але що розвиваються протягом певного часу існування цілком детерміністично.

Переспрошення картини течії, викликане необхідністю отримання вихідних розрахункових даних, пов'язане із запровадженням (як в стаціонарній моделі, так і в цій роботі) штучних граничних умов (наявність змінної швидкості стінки у напрямку осі z), а також підведення енергії на межі вихрової області, що компенсує в'язку дисипацію в накладеній течії.

Список використаних джерел

1. Булгаков В.М., Кравчук В.І. Агрегатування плугів. К: Аграрна освіти. 2008. 134 с.
2. Гунько І. В., Бурлака С. А. Математичне моделювання роботи системи живлення дизельного двигуна працюючого на біопаливі з дросельним регулювання складу паливної суміші. *The scientific heritage*. 2020. No50. С. 34–39.
3. Бурлака С. А., Кравець С. М. Diagnosis of fuel equipment of diesel engine by removing vibro indicators of fuel supply. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2021, No3(114). С. 114–123.

4. Didenko A.V., Scarlett A. J., Price J. S., Whole-body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors. *Journal of Terramechanics*. 2007. Vol. 44, Issue 1. Pp. 65–73.
5. Patil M. K., Palanichamy M. S. A mathematical model of tractor-occupant system with a new seat suspension for minimization of vibration response. *Applied Mathematical Modelling*. 1988. Vol. 12, Issue 1. Pp. 63–71.
6. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. К.: Вища освіта. 2004. 544с.
7. Кравчука В.І., Грицишина М.І., Коваля С.М. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. К.: Аграрна наука. 2004. 396 с.
8. Bulgakov V., Olt J., Kuvachov V. et al. A theoretical and experimental study of the traction properties of agricultural gantry systems. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*. 2020. No XXXI (1). P. 10–16.
9. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підручник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальності “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва” Кн.1: Машини для рільництва. К.: Урожай, 2001. 384 с.
10. Бурлака С.А. Алгоритм функціонування машинно-тракторного агрегату з використанням системи живлення зі змішувачем палив. *Хмельницького національного університету*. 2022. С. 140-145.

НАПРЯМ
5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА



Юлія ДЯЧЕНКО¹,
магістрантка 1-го року навчання,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ ЗА ДІЇ ПАРАТИПОВИХ ФАКТОРІВ

Анотація. В статті на основі сучасних джерел літератури висвітлені основні паратипові фактори впливу на молочну продуктивність корів. Зокрема, встановлено, що лише за умов раціональної повноцінної годівлі, при створенні оптимальних умов догляду та утримання, без перешкоди впливу паратипових факторів зовнішнього середовища можливо досягти високого генетичного потенціалу молочної продуктивності дійного стада.

Abstract. Based on modern literature sources, the article reflects the main paratypical factors of influence on the milk productivity of cows. In particular, it has been established that only under conditions of rational full-fledged feeding, with the creation of optimal conditions for care and maintenance, without interference from the influence of paratypical environmental factors, it is possible to achieve a high genetic potential of milk productivity of a dairy herd.

Вступ. Незважаючи на важливу роль молочного скотарства сільськогосподарських підприємств у забезпеченні продовольчої безпеки держави, нині воно знаходиться в критичному стані. За період реформування АПК України відбулася суттєва структурна перебудова у суспільному виробництві, змінилися внутрішньогалузеві та міжгалузеві відносини, сформувалися нові ринкові економічні підходи до розвитку галузей сільського господарства [13].

¹*Науковий керівник - к.с.-г.н., доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі, Царук Л.Л.

Головною причиною спаду виробництва став той факт, що молочне скотарство виявилось збитковим в Україні. Проте слід зазначити, що більшість причин, які зумовили сучасний стан молочного скотарства, лежать не в самій галузі, а в сфері міжгалузевих, насамперед, макроекономічних відносин. Стосується це в першу чергу цінової паритетності на продукцію сільського господарства і матеріально-технічні ресурси, які поставляються різними галузями промисловості. Заглиблення народного господарства в стихію ринку спонукає виробників молока до пошуку та впровадження додаткових заходів до зниження собівартості молока, тобто оптимізації затрат на виробництво продукції [12].

Варто відмітити, що підвищення молочної продуктивності великої рогатої худоби тільки на 30-40% обумовлюється поліпшенням генетичних задатків поголів'я, а 60-70% досягається за рахунок підвищення повноцінності годівлі та умов утримання тварин [6,7,12].

Молочна продуктивність корів є одним з основних їх показників племінної цінності. Вона залежить від цілого ряду факторів. Зокрема на рівень молочної продуктивності корів впливають: порода, лінія, генотип, вік тварин, рівень годівлі, умови утримання та інші фактори. Саме тому зусилля зоотехнічної науки і селекційної роботи спрямовуються на одержання від корови як можна більшої кількості і високої якості молока з урахуванням зазначених факторів [5,6,9].

Виклад основного матеріалу. Високий генетичний потенціал молочної продуктивності дійного стада може бути тільки у відповідних умовах, одним із яких є раціональна повноцінна годівля, створення оптимальних умов догляду та утримання, що в свою чергу ускладнюється умовами впливу паратипових факторів зовнішнього середовища. Систематична недостача або надлишок поживних елементів приводить до порушення обміну речовин в організмі корів і, як наслідок, до зниження продуктивності, відтворення, появи захворювань та передчасного вибракування з стада [3].

Тварини по-різному реагують на паратипові чинники, що відображається на рівні їх молочної продуктивності. Очевидним є вплив на рівень надою і кормового фактору і умов утримання та експлуатації тварин. Багато вчених відмічають, що за високого рівня годівлі тварин вітчизняних порід ступінь реалізації їх генетичного потенціалу молочності складає від 64,5 до 66,5 % [8].

Як повідомляють М.І.Бащенко та ін. [1], варто пам'ятати, що кількісні та якісні показники молочної продуктивності корів вітчизняних порід детермінуються племінною цінністю та лінійною належністю бугаїв-плідників, яких використовують для відтворення маточного поголів'я. Частка впливу плідника на ознаку «надій» становить 16,4 - 34,5%, а на вміст жиру в молоці - 15,3–20,1%.

Наукові дослідження і практика вітчизняних та зарубіжних господарств свідчать про те, що інтенсифікація молочного скотарства в умовах промислової технології виробництва молока супроводжується значним скороченням строків виробничого використання маточного поголів'я. Аналіз показав, що в цих

умовах тварини не досягають того віку (5-7 лактацій), коли проявляється максимальна продуктивність, обумовлена їх генотипом. Це призводить до порушення добору ремонтного молодняку, швидкості зміни поколінь та інтенсивності добору взагалі [4,5,7,9,10].

Серед паратипових факторів найзначніший вплив на надій мають рік народження та рік отелення корови – 26,0-43,6 %, вік отелення – 8,3- 10,2, сезон отелення – 6,3-7,9, на жирномолочність вплив названих факторів значно менший і здебільшого неістотний [11].

В дослідженнях, проведених у ФГ «Щербич» Літинського району було вірогідно підтверджено відмінності тривалості споживання кормів, за яких корови I і II лактацій найменше часу витрачали на процес поїдання корму (209 і 217 хв відповідно), в той час як у корів інших лактацій цей процес тривав в межах 239-271 хв. Із збільшенням тривалості споживання корму коровами, збільшується величина їх середньодобового надою у корів I лактації до 18,4 кг молока, II лактації – 20,8 кг, III лактації – 20,3 кг, IV-V лактацій – 18,2 кг, VI-VII лактацій – 21,4 кг. Максимальний прояв генетичного потенціалу молочної продуктивності за повну лактацію властивий коровам III і VI-VII лактацій – 7096 і 7312 кг молока, тоді як цей показник у тварин інших дослідних груп не піднявся до позначки 7000 кг молока. Найнижчий надій (6163 кг) давали корови I лактації, корови II лактації – 6523 кг, IV-V лактації 6736 кг.

Корови I і IV-V лактацій за масовою часткою жиру в молоці поступались тваринам II, III і VI-VII лактацій на 0,05%, показник корів IV-V лактацій – цей показник знизився до 3,58 % у зв'язку із технологічним виснаженням корів IV-V групи [3].

Одним із чисельних факторів, що впливають на формування продуктивності сільськогосподарських тварин, є параметри мікроклімату приміщень, де їх утримують.

Взаємодію генотипу молочної худоби та навколишнього середовища вивчали в дослідницьких центрах Langhill (Шотландія) та Moorepark (Ірландія). Особливу увагу звертали на параметри мікроклімату для високопродуктивних тварин. Установлено, що в корів з високим генетичним потенціалом за надоєм при оптимальному вологісному і температурному режимах підвищуються процеси метаболізму, а отже, зростає й виробництво молока [14].

Несприятливий вплив на організм тварин має висока та низька температури, підвищена сонячна радіація, зміни барометричного тиску. Встановлено, що зменшення молочної продуктивності спостерігається при зниженні барометричного тиску, високій відносній вологості в приміщенні (85-90%), при русі повітря із швидкістю 1,5-2,0 м/с [4].

Вплив сезону народження не може позначатися на майбутній молочній продуктивності тварин, оскільки продуктивність залежатиме від умов годівлі й утримання, тому як частка впливу сезону народження була незначна, вплив сезону отелення також незначний (0,21-4,22%), однак вірогідно впливатиме у конкретний сезон отелення. Вплив даних факторів на вміст жиру та кількість молочного жиру ще менша і у більшості випадків неістотна [10].

Спостереження показують: досвідчений оператор машинного доїння може одержати на 20 % більший надій, ніж недосвідчений. Один з них запустить корову через кілька місяців після отелення, інший зуміє доїти її цілий рік. Надто часто невміле доїння є болісним для корови і призводить до зниження її продуктивності [7, 11].

Доведена перевага безприв'язного утримання над прив'язним за витратами праці та створення для дійних корів більш комфортних умов утримання, що є більш енергоощадним і економічно доцільним.

Зокрема, на думку Р.Л.Варпіховського [2] використання наступного прогресивного технологічного рішення: безприв'язне утримання корів на глибокій підстилці з обладнанням зони годівлі, зони відпочинку, вигульні майданчики, годівельні столи у приміщенні, які покращують гігієнічні та санітарні умови годівлі худоби а також, що важливо, дозволяють нормувати годівлю тварин із врахуванням рівня продуктивності корів.

З метою розробки науково-обґрунтованих заходів підвищення продуктивності корів молочного напрямку та поліпшення якості сировини слід проводити комплексний аналіз технології виробництва кормів та годівлі великої рогатої худоби різних статевих-вікових груп. В організації повноцінної годівлі ключову роль відіграє підвищення обсягів заготівлі та покращання якості основних об'ємистих кормів – силосу і сінажу [12].

Висновки. 1. Крім найважливішого кормового фактору впливу на молочну продуктивність корів вагомими є рік народження та рік отелення корови – 26,0-43,6 %, вік отелення – 8,3- 10,2, сезон отелення – 6,3-7,9%.

2. Встановлена прямопропорційна залежність між збільшенням тривалості споживання корму коровами та величиною їх середньодобового надою.

3. Прогресивні технологічні рішення та сприятливий мікроклімат потрібно розглядати як важливі фактори реалізації генетичних задатків молочної худоби.

Список використаних джерел

1. Баченко М.І., Бойко О.В., Гончар О.Ф., Сотніченко Ю.М., Ткач Є.Ф. Вплив генотипових і паратипових факторів на продуктивність молочної худоби. *Вісник аграрної науки*. 2020. №3 (804). 55-60.

2. Варпіховський Р.Л. Вплив генотипових і фенотипових чинників на молочну продуктивність корів. *East European Scientific Journal*. 2019. № 11 (51). С. 34-43.

3. Гончарук А. Особливості поведінки молочної худоби за умов інтенсивної технології утримання. *Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки. ВНАУ*, № 4(4), 2021. С.176-181.

4. Гладій М.В., Полупан Ю.П., Базишина І.В., Безрутченко І.М., Полупан Н.Л. Вплив генетичних і паратипових чинників на господарсько-корисні ознаки корів. *Розведення і генетика тварин*. 2014. № 48. С. 48-61.

5. Зотько М.О. Вплив різних факторів на молочну продуктивність корів. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 1 (100). С. 48-56

6. Казьмірук Л.В. Молочна продуктивність корів матерів та їх дочок за першою лактацією з врахуванням рівня витрат кормів. *Magyar Tudományos Journal*. 2020. № 47. 15-19.

7. Разанова Е.П. Возможность повышения молочной продуктивности стада украинской черно-пестрой породы племенного репродуктора Винницкого региона. *Сборник научных трудов*. Гродно: ГГАУ. 2019. Т. 44. С.204-210.

8. Поліщук Т.В. Мінливість етологічних ознак корів залежно від рівня продуктивності. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 4(103). С. 118–129.

9. Поліщук Т.В. Взаємозв'язок і мінливість показників молочної продуктивності та відтворювальної здатності корів залежно від лактації. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 1 (104). С. 132-145. 71.

10. Поліщук Т.В. Кореляційний зв'язок молочної продуктивності корів із сезоном отелення та сила впливу даного фактора. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип.4 (107). Т. 2. С. 83-92.

11. Піддубна Л. Вплив генотипових та паративових факторів на молочну продуктивність української чорно-рябої молочної худоби. *Тваринництво України*. 2014. № 3-4. С. 10-14.

12. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Науково обгрунтовані заходи підвищення молочної продуктивності корів та покращення якості сировини в умовах виробництва: Монографія. ВНАУ, 2020. 174 с.

13. Шупик С. Молочне скотарство сільськогосподарських підприємств: сучасний стан та перспективи розвитку. *Economic Analysis*, Volume 31. No. 1. 2021. С.252-260.

14. Mellado M., Antonio-Chirino E., MezaHerrera C. et al. Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. *J. Dairy Sci*. 2011. V. 94. P. 4524–4530, doi: 10.3168/jds.2011- 4152.

Олександр БУДЄСВ²,
студент 4-го року навчання,
факультету технології виробництва
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ МІКРОВОДОРОСТЕЙ ДЛЯ ГОДІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН І ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА

***Анотація.** У статі розглянуто позитивні аспекти використання водоростевої підгодівлі сільськогосподарських тварин для покращення рентабельності виробництва продукції та вплив на екологічну ситуацію. Зібрані відомості про реальний стан та перспективи масштабного впровадження технологій з виробництва біодизелю шляхом переробки мікрководоростевої сировини. Проаналізовано сучасний стан енергетики – як традиційної, так і альтернативної, яка представлена біопаливом. Викладено головні аспекти доведення важливості використання найбільш прогресивних технологій реалізації енергозабезпеченості як в умовах України, так і для прогресивних країн світу.*

***Abstract.** The article considers the positive aspects of using algae fertilization of farm animals to improve the profitability of production and the impact on the environmental situation. Collected information on the real state and prospects of large-scale implementation of technologies for the production of biodiesel through the processing of microalgae raw materials. The current state of energy - both traditional and alternative, which is represented by biofuels, is analyzed. The main aspects of proving the importance of using the most advanced technologies for energy supply both in Ukraine and for progressive countries are presented.*

***Вступ.** Нині спостерігається тенденція до зменшення масиву виробництва тваринницької продукції і поголів'я тварин, хоч наявні технології і генетичні параметри сільськогосподарських тварин досягли високої ефективності. Однією з причин є недостатність високоякісної кормової бази і цей аспект можна покращити використанням достатньо дешевої водоростевої підгодівлі.*

Викопне паливо є невідновлюваним ресурсом, враховуючи щорік більші потреби людства у енергії, воно буде вичерпано у недалекому майбутньому. На заміну традиційних енергетичних вуглецевих паливних матеріалів має стати біопаливо з поновлювальних джерел енергії. Нині з альтернативних паливних ресурсів найбільше використовується біопаливо першого покоління, отримане з кукурудзи, ріпаку і цукрових буряків. Проте негативна сторона їх використання – це навантаження на продовольчі ринки. Біопаливо другого покоління отримується з лігніноцелюлозних відходів сільського господарства і деревних

² *Науковий керівник. к. с.-г. наук, старший викладач кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі ВНАУ Главатчук В.А.

відходів. Але і в нього є певні недоліки, пов'язані, наприклад, зі складністю системи землекористування. Відповідно до перерахованих аспектів та ще багатьох, саме біопаливо третього покоління, отримане шляхом переробки мікроводоростей, можна вважати найефективнішим альтернативним енергетичним ресурсом, що позбавлене недоліків біопалив попередніх поколінь і переваги та перспективи якого детальніше будуть розглянуті далі.

Виклад основного матеріалу. Водорості можуть використовуватися як добрива, в результаті чого стік азоту та фосфору є меншим, ніж при застосуванні гною від тварин. Дослідження Інституту зрошуваного землеробства довели, що замість гною для удобрення сільгоспкультур можна використовувати водорості. В умовах зрошення може бути ефективною альгалізація ґрунту — внесення живих культур водоростей у ґрунт до висіву або разом з насінням. До складу морських водоростей входять: макро- та мікроелементи, багато йоду, полісахариди, вітаміни, амінокислоти та калій у значних концентраціях.

Велике накопичення водоростей щорічно створює проблеми з забрудненням прибережних вод та пляжних зон, використання морських водоростей в якості добрив може покращити родючість ґрунтів, слугуючи цінною заміною традиційним органічним добривам.

Водорості використовують для годування худоби та курей. Морські водорості є важливим джерелом йоду. Годування молочної худоби морськими водоростями може збільшити кількість йоду в молоці. Норма відкладання яєць у курей також збільшується за рахунок кормових добавок водоростей.

Впровадження водоростевих кормів може покращити екологічну ситуацію при збереженні високих рівнів продуктивності тварин. Існують дослідження, в яких було встановлено, що шрот із мікрокультур водоростей має поживні властивості і вплив на молочну ВРХ як люцерна.

Найвагомішими перевагами водоростей над люцерною є відсутність необхідності в значних земельних угіддях та безперервність виробництва.

Таблиця 1

Хімічний склад водоростей, % від сухої маси

Вид	Білки	Вуглеводи	Ліпіди	Нуклеїнові кислоти
<i>Scenedesmus obliquus</i>	50-56	10-17	12-14	3-6
<i>Chlorella vulgaris</i>	51-58	12-17	14-232	4-5
<i>Prymnesium parvum</i>	28-45	25-33	22-38	1-2
<i>Spirulina platensis</i>	46-63	8-14	4-9	2-5
<i>Spirulina maxima</i>	60-71	13-16	6-7	3-4.5

Також підгодівля корів водоростями має і позитивні екологічні наслідки — скорочення викидів метану до 82%. Для цього достатньо внесення незначної кількості водоростевих компонентів, наприклад культури *Asparagopsis taxiformis*. Метан є шкідливим парниковим газом, що хоч і утримується в атмосфері дещо менший час ніж вуглекислий газ, але в 30 разів ефективніше утримує тепло.

Механізм впливу водоростей на біохімічні процеси в організмі корів ще досліджується, проте вірогідно вони пригнічують дію ферментів, відповідальних за продукування метану.

Можливості використання підгодовлі водоростями як додаткового джерела білка і мікроелементів у кормах розглядаються і в свинарстві. Деякі морські водорості можуть бути використані як компоненти комбікормової продукції.

Використовувати в якості альтернативного джерела енергії мікроводорості запропонували хіміки та мікробіологи ще у XIX столітті.

Таблиця 2

Порівняння різних видів сировини для виробництва біодизелю

Сировина	Врожайність олії (л/га/рік)	Вміст олії (% в біомасі на суху вагу)	Земельні угіддя (м ² /рік/кг біодизелю)	Продуктивність біодизелю (кг біодизелю/рік)
Пальмова олія	5366	36	2	4747
Рицинова олія	1307	48	9	1156
Соняшник	1070	40	11	946
Рапс	974	41	12	862
Соєві боби	636	18	18	562
Мікроводорості	136900	70	0,1	121104

Мікроводорості не потребують особливих умов для їх культивування, таких як високоякісні сільськогосподарські землі, що значно спрощує процес їх вирощування. Переробка біомаси мікроводоростей з метою одержання біопродукту різного призначення дозволить зменшити імпортозалежність України при закупівлі стратегічно важливої продукції та забезпечить захист навколишнього середовища. Водорості мають здатність виробляти більше енергії на акр землі порівняно з іншими культурами, такими як цукровий очерет, пшениця та кукурудза. Саме з цих причин мікроводорості являються біомасою з максимальним потенціалом, яка може бути заміною транспортного дизельного палива, не впливаючи негативно на продовольство та інші продукти рослинництва. Мікроводорості можуть дублювати свою біомасу протягом доби та здатні досягати повного циклу росту протягом декількох днів, саме тому вони вважаються в 10-20 разів більш продуктивними, ніж типові культури для виробництва біопалива.

Наведені вище дані демонструють перевагу мікроводоростей як найбільш перспективну альтернативу в порівнянні з іншими сировинними ресурсами.

Можна виділити три основних способи вирощування водоростей:

- вирощування у відкритих водоймах;
- вертикальний ріст або замкнута виробнича система;
- біореакторні установки із закритим резервуаром.

Існує майже 300 000 видів водоростей із різноманітним вмістом олії та різними темпами зростання. Біомаса мікроводоростей в основному складається з ліпідів, вуглеводнів і білків. Деякі види суттєво відрізняються за своїми композиціями (середній вміст ліпідної олії становить від 8% до 31%).

Географічне положення України, а саме розташування у помірному кліматичному поясі, що спричиняє значні сезонні амплітуди температури

повітря, особливо на півдні й сході країни. Зими на заході України помітно м'якші, ніж на сході. Ці дані унеможливають процес культивування мікроводоростей у відкритих водоймах у межах України, адже культивування в такому випадку буде не рентабельним.

Натомість вирощування мікроводоростей у системах закритого типу – фотобіореакторах, є більш раціональним та дає можливість використовувати ще й відповідні відходи інших підприємств.

З метою зниження вартості одержуваної біомаси для приготування поживних середовищ є можливим застосування мінеральних добрив. Використання стічних вод ряду підприємств, зокрема цукрових та гідролізних заводів, стане економічно вигідним рішенням.

Мікроводорості - це фотосинтезуючі мікроорганізми з простими потребами у вирощуванні (світло, цукри, вуглекислий газ, N, P і K), які можуть виробляти ліпіди, білки та вуглеводи у великих кількостях за короткий період часу. Біодизельне паливо, отримане з водоростей, є найефективнішою альтернативою з точки зору використання землі в порівнянні з іншим біопаливом, що дозволяє уникнути конкуренції з продовольчими культурами.

Висновки. Використання водоростей у годівлі сільськогосподарських тварин – перспективний напрямок забезпечення високопоживними речовинами з багатим складом мікроелементів і вітамінів. Мікроводорості, вирощені для переробки на біопаливо, є перспективним напрямком у енергетичній стратегії як України, так і світу. Враховуючи усі переваги мікроводоростей, зокрема високу інтенсивність росту та відсутність суттєвої потреби у території, можна стверджувати, що нині аналогів за продуктивністю (з врахуванням оптимізації ресурсів) серед інших шляхів виробництва біопалива немає. Головними завадами для широкого впровадження альгоенергетики (від Algae – водорість) є: наявність традиційних видів палив, деякі технологічні складнощі, відсутність спрямованої державної політики, необізнаність людей (зокрема і тих, хто має ресурси для впровадження даних технологій). Узагальнюючи можна сказати, що усі перепони на шляху до енергозабезпеченості світу (зокрема і завдяки альгоенергетиці) ліквідуються часом та наукою.

Список використаних джерел

1. Brennan, L. and P. Owende. 2010. Biofuels from microalgae - A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and coproduct. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2010. 14. P. 557-577.
2. Hooper J. Introduction to Algology: With a Catalogue of American Algæ. Forgotten Books. 2018. – 34 p.
3. Барило А.А., Бенменні М., Будько В.І., Будько М.О. та ін. Відновлювані джерела енергії: монографія. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ. 2020. 392 с.
4. Голуб Н.Б., Бунча В.Ю. Вплив іонів лужних металів на приріст біомаси та накопичення ліпідів (метаболізм) у *Chlorella vulgaris*. *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*. 2012. № 3. С. 12-17.

Ангеліна ЗАЛЕВСЬКА³,
студентка 4-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ-ПЕРВІСТОК ІЗ ВРАХУВАННЯМ ПОХОДЖЕННЯ

Анотація. Встановлено, що корови-первістки за надоєм поступаються повновіковим коровам на 8,18% проти встановлених нормативів 25-30%. За розрахунками корови-первістки можуть мати надої 5840-6074 кг за лактацію, що більше на 14,77-19,37% від продуктивності нинішнього поголів'я повновікових корів. Більш перспективним поголів'ям є нащадки, які належать за походженням до лінії Бісера 3115, ніж худоба лінії Лавра 3307 за надоями, жирномолочністю та живою масою. Оцінка корів-первісток за формою вимені на 76,06% відповідають промисловій технології виробництва молока та за швидкістю молоковіддачі тільки на 25,9%, тому за даними ознаками корови-первістки потребують покращення. За показниками економічної ефективності виробництва молока від корів належністю за походженням досліджуваних ліній вважається перспективним розведення корів лінії Бісера 3115.

Annotation. It has established that the first-calf cows are inferior to mature cows in milk yield by 8.18%, the standards being 25-30%. According to calculation the first-calf cows will have a yield of 5840-6074 kg per lactation, which is by 14,77-19,37 higher than that of the present-day stock of mature cows. Biser 3115 line is more promising than Lavr 3307 according to milk yield, milk fat and live weight. Estimation of the first-calf cows according to the form of udder shows that they meet the requirement of industrial milk production technology 76,06%, while the rate of milk flow 25,9%. Therefore the first-calf cows need improvement as for these characteristics. According to the indices of economic efficiency of milk production from Biser 3115 line on, the cows of Biser 3115 line prove to be the most promising.

Вступ. Структурними одиницями кожної породи є породні типи, лінії, родини та заводи. Така структура будь-якої породи знаходиться у постійному русі, як у кращу сторону, так і в гіршу. Все залежить від цілеспрямованості наукових обґрунтувань добору корів у племінне ядро [1].

Результати ведення селекції стада характеризуються за молочною продуктивністю корів-первісток, які надходять у стадо після видалення із стада вибракуваних корів. В основному із вибракуваних корів 70-80% їх видаляють за низької продуктивності та не пристосованості до прогресивних індустриальних технологій [2].

³*Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Казьмірук Л.В.

За продуктивністю отриманих корів-первісток можна прогнозувати наступні шляхи ведення племінної роботи із стадом. У сучасних умовах ведення молочного скотарства на передній план виходять такі завдання: висока продуктивність, конкурентоспроможна здатність, мінімальні витрати кормів та енергоносіїв при механізації трудомістких процесів [3].

Вирішення якісного відтворення стада за рахунок корів-первісток суттєво залежить від їх походження, тобто від спадковості та створення для них нормованих умов годівлі та утримання [4].

Виходячи із цього метою даних досліджень є порівняльна оцінка корів-первісток за продуктивністю із врахуванням їх походження.

Виклад основного матеріалу. Дослідження було проведено зі стадом симентальської породи за матеріалами первинного та племінного обліку. Для досягнення мети проведення досліджень проаналізовано 195 корів за надоями за 305 днів лактації, жирністю молока, кількістю молочного жиру та живою масою.

Зроблена вибірка корів-первісток за походженням (лініями) з оцінкою середньої продуктивності за 305 днів першої лактації (надоєм жирністю молока, молочним жиром та живою масою). Досліджені корови-первістки лінії Бісера 3115 і Лавра 3307.

Корови-первістки досліджені за формою молочної залози, середньодобовими надоями, швидкістю молоковіддачі та відсотковим співвідношенням за швидкістю молоковіддачі у параметрах: 1,2-1,49; 1,5-1,79; 1,8-1,99 кг/хв.

Економічна ефективність виробництва 1 ц молока корів-первісток досліджена за фактичним надоем у перерахунку на базисну (3,4%) жирність, витратами кормів, затратами праці, виручкою від реалізації молока, загальними затратами на виробництво молока, прибутком та рівнем рентабельності.

Ефективність використання кормів визначено за енергетичною цінністю виробленого молока та кормів у відсотках.

Встановлена середня продуктивність корів – 4885,4 кг молока, жирністю 3,71% та молочним жиром 181,1 кг. До маточного поголів'я надійшла 71 корова-первістка, від яких за першу лактацію отримано по 4672,2 кг молока при 3,74% жиру та молочним жиром 174,7 кг (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика стада симентальської породи за молочною продуктивністю та живою масою, $\bar{X} \pm S_x$

Лактація	n	Продуктивність корів-первісток			Жива маса, кг
		надій за 305 днів лактації, кг	вміст жиру в молоці, %	кількість молочного жиру, кг	
Перша	71	4672,2±56,4	3,74±0,03	174,7±2,4	555,3±18,3
Друга	33	4784,5±68,5	3,75±0,02	179,4±4,5	617,5±21,4
Третя	91	5088,3±71,2***	3,72±0,03	189,3±6,3*	632,0±31,1*
В середньому по стаду	195	4885,4±85,3	3,71±0,04	181,1±5,1	601,6±34,8

Примітки: порівняння повновікових корів із коровами-первістками, де * $P<0,05$; *** $P<0,001$

Досліджуючи генеалогічну структуру походження корів-первісток за лініями, їх продуктивністю та живою масою, встановлено, що із 71 корів-первісток симентальської породи, 28 корів відносяться до лінії Бісера 3115 та 43 корови – до лінії Лавра 3307 (табл. 2).

Таблиця 2

Генеалогічна структура походження корів-первісток за лініями, продуктивністю та живою масою

Лінія	п	Середня продуктивність за 305 днів лактації			Жива маса, кг
		надій, кг	вміст жиру, %	кількість молочного жиру, кг	
Бісера 3115	28	4775,4±32,5**	3,76±0,01*	172,1±2,1*	568,8±10,5***
Лавра 3307	43	4605,0±41,2	3,71±0,02	171,9±2,2	546,5±12,2
У середньому	71	4672,2±56,4	3,74±0,03	174,7±2,4	555,3±18,3

Примітка: * $P<0,05$; ** $P<0,01$; *** $P<0,001$ (лінія Бісера 3115 у порівнянні із лінією Лавра 3307)

Порівняльна оцінка корів-первісток за надоями показала, що вони були меншими, ніж у повновікових корів на 8,18%. Доведено, що корови-первістки поступаються за надоями повновіковим коровам на 25-30%. Ці дані свідчать про те, що корови-первістки до повновікового віку досягнуть надойів 5840-6074 кг молока.

Таким чином у племінне ядро було відібрано корів із достатніми генетичними параметрами та підібрані бугаї-плідники лінії Бісера 3115 та Лавра 3307.

За надоями корови-первістки лінії Бісера 3115 мали вірогідну різницю $P<0,01$, за жирномолочністю $P<0,05$ та за живою масою $P<0,001$. Виходячи із цього необхідно максимально зберегти нащадків із лінії Бісера 3115.

У формуванні стада, пристосованого до індустріальних технологій крім високої молочної продуктивності, особливе місце відводиться машинному доїнню, де форма молочної залози повинна бути округлою, ванно- або чашоподібною. Встановлено, що із 71 корів-первісток, бажаний тип молочної залози мали 54 корови, або 76,06%.

Практично $\frac{1}{4}$ частина корів-первісток потребують покращення у своїх майбутніх нащадків форми молочної залози. При надоях 18,1 кг молока за добу, що більше середньої від всіх первісток на 18,3%. Середня швидкість молоковіддачі складає 1,62 кг/хв..

Встановлення кількості корів-первісток, у яких молоко виділення було наближеним до нормативних (1,8-1,99 кг/хв.) всього 14 голів або 25,9%. Інші корови 11 голів (20,4%) – 1,2-1,49 кг/хв. швидкість молоковіддачі та 29 корів (53,7%) – 1,5-1,75 кг/хв. (табл. 3).

Таким чином, дана популяція потребує інтенсивного роздоювання за другою і наступними лактаціями. Необхідно враховувати, що рефлекс молоковіддачі у корів залежить від латентного періоду рефлексу молоко виділення, внутріцистеріального тиску, розподілу надою на порції. Важливо

замінити доїння у відро на доїння у доїльних залах, що буде позитивно впливати на умовно-рефлекторні фактори.

Таблиця 3

**Характеристика корів-первісток за формою вимені та швидкістю
молоковіддачі**

Кількість, гол.	Форма вимені (ванно-, чашоподібна та округла)			Швидкість молоковіддачі, кг/хв.		
	гол.	середньо- добовий надій, кг	середня швидкість молоковіддачі, кг/хв.	1,2-1,44	1,5-1,79	1,8-1,99
71	54	18,1	1,62	11	29	14
100%	76%	118,3%	100%	20,4%	53,7%	25,9%

Спадковим ознакам корів приділяється особливе значення не тільки продуктивним показникам при інтенсифікації виробництва молока, але і економічним та енергетичним. Так, порівняльна оцінка корів за економічною ефективністю корів-первісток лінії Бісера 3115 та Лавра 3307 показали, що при однакових загальних витратах кормів на 1 кг молока у корів лінії Лавра 3307 витрачає 1,14 корм. од., а у корів Бісера 3115 – 1,09 корм. од. (табл. 4).

Це пояснюється тим, що у корів Бісера 3115 вищі надої на 3,7%, а у перерахунку на базисну жирність вищі на 4,2%.

Витрати праці на утримання корів-первісток за період першої лактації склали 115,4 люд.-год., а у розрахунку на 1 ц молока затрати праці були у корів лінії Бісера 3115 – 2,42 люд.-год. та лінії Лавра 3307 – 2,51 люд.-год.

Таблиця 4

Ефективність виробництва молока від корів-первісток

Показник	n = 71 гол.	Походження	
		Бісера 3115	Лавра 3307
Надій за 305 днів лактації, кг	4672,2	4775,4	4605,0
Надоєно молока базисної жирності, кг	5139,4	5267,0	5051,9
Витрати кормів на виробництво молока, корм. од.			
всього	5232,9	5232,9	5232,9
на 1 кг молока	1,12	1,09	1,14
Витрати праці на виробництво молока, люд.-год.			
всього	115,4	115,4	115,4
на 1 кг молока	2,47	2,42	2,51
Виручка від реалізованого молока, грн.	22108,7	22657,6	21732,7
Загальні витрати на виробництво молока, грн.	17481,4	17508,3	17358,4
Прибуток від виробництва молока, грн.	4627,3	5144,3	4374,3
Рівень рентабельності виробництва молока, %	26,47	29,41	25,20
Енергетична цінність молока, МДж	14343,6	14660,5	14137,3
Енергетична цінність кормів, МДж	52329	52329	52329
Ефективність використання кормів, %	27,41	28,02	27,02

За результатами виручки від реалізованого молока, загальних затрат виробництва молока отримано в середньому від корів-первісток лінії Бісера 3115 прибуток 5149,3 грн., що більше корів лінії Лавра 3307 на 17,7%. Відповідно рівень рентабельності склав 29,41% та 25,2%.

У той же час, виходячи із того, що витрати кормів у собівартості молока займають більше 50%, то дослідження за ефективністю використання енергії кормів є доповненням до визначення переваги оцінюваних корів. Доведено переваги у кількості 4,4% меншого використання кормів коровами лінії Бісера 3115 над коровами лінії Лавра 3307.

Висновки. 1. Встановлено, що корови-первістки за надоєм поступаються повновіковим коровам на 8,18% за нормативів 25-30%. За розрахунками корови-первістки будуть мати надої 5840-6074 кг за лактацію, що вище 14,77-19,37% нинішнього поголів'я повновікових корів.

2. Більш перспективною лінію є Бісера 3115, ніж лінії Лавра 3307 за надоями, жирномолочністю та живою масою.

3. Оцінка корів-первісток за формою вимені на 76,06% відповідають індустриальній технології виробництва молока та за швидкістю молоковіддачі тільки на 25,9%, тому за даними ознаками корови-первістки потребують покращення.

4. За показниками економічної ефективності виробництва молока від корів лінії Бісера 3115 та Лавра 3307 вважається перспективним розведення корів лінії Бісера 3115.

Список використаних джерел

1. Піддубна Л.М., Пелехатий М.С. Вплив генетичних факторів на продуктивність молочного стада. *Зб. наук. праць ВНАУ*. 2011. Вип. 8(48). С.38-44.
2. Луценко М.М., Іванишин В.В., Смоляр В.І. Перспективні технології виробництва молока. Монографія. Київ. Академія, 2006. 192 с.
3. Польова О.Л. Ефективність енергоощадного утримання тварин. Монографія. Житомир. Рута. 2010. 179 с.
4. Шаловило С.Г., Щербатий З.Є. Шляхи підвищення продуктивності корів у молочному скотарстві. *Сільський господар*. 2006. № 11-12. С.3-5.

Софія СТАДНІК⁴,
студентка 2-го року навчання,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА МІКРОКЛІМАТУ КОРІВНИКА ЗА ДВОХ РІЗНИХ СПОСОБІВ УТРИМАННЯ КОРІВ

***Анотація.** Порівнюючи два корівника видно, що для підвищення умов виробництва молока передбачено комплексний підхід до вирішення таких проблем: інтенсивність використання стада дійних корів 3-4 роки, для зниження рівня яловості первісток застосувати направлене виховання ремонтних теличок і переведення їх на осіменіння у віці 19 місяців, а у основне стадо вводити лише перевірених за власною молочною продуктивністю корів-первісток, які придатні до промислової технології.*

***Annotation.** Comparing the two cowsheds, it can be seen that a comprehensive approach to solving the following problems is provided to increase the conditions of milk production: the intensity of use of a herd of dairy cows 3-4 years, in the main herd to introduce only first-born cows tested for their own milk productivity, which are suitable for industrial technology.*

Вступ. Відомо, що Україна — аграрна держава, яка володіє значним природним потенціалом. Вирішення поставлених завдань ефективного розвитку аграрного сектора держави сьогодні не лише сприятиме розв'язанню національних проблем, а й матиме міжнародне значення. Тваринницька галузь є визначальною складовою розв'язання питань аграрного сектора [1, 3].

Забезпечуючи тваринництво високим рівнем годівлі й утримання, їх продуктивність може збільшитися в 2-3 рази [5]. Отримання молока за промислових технологій передбачає п'ять складових частин: дотримання норм технологічного проектування, балансування раціонів за поживністю, селекційно-племінну роботу, дотримання санітарно-гігієнічних вимог та ветеринарно-профілактичних заходів.

Зростання виробництва продукції, скорочення затрат праці і зниження собівартості найбільш успішно вирішується в умовах спеціалізації і концентрації. На спеціалізованих молочних комплексах всі зусилля і матеріальні ресурси зосереджуються на виробництві основного виду продукції і на догляд за однією твариною скорочуються, що сприяє зниженню собівартості і підвищенню рентабельності. Проте у більшості господарств на фермах виробляють не тільки молоко, але і значну кількість яловичини. У зв'язку з тим, що на фермах

^{4*}Науковий керівник: к. с.-г.н., старший викладач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Варпівовський Р.Л.

утримують понадремонтний молодняк, питома вага корів у стаді не перевищують 40 %

Важливим напрямом підвищення ефективності молочного скотарства є поліпшення якості молока. Адже при цьому суттєво зростає ціна його реалізації. Від якості значною мірою залежить і ефективність роботи молокопереробної промисловості. Поліпшення якості молока потребує забезпечення форм необхідними устаткуваннями для його охолодження і фільтрувальними засобами, кваліфікованими кадрами. Слід підтримувати належний санітарний стан у приміщеннях, забезпечувати бездоганну чистоту доїльних установок [7].

Мета досліджень - оцінка технології виробництва молока для визначення оптимальних санітарно-гігієнічних умов за різних варіантів використання корів в умовах малої ферми.

Для вирішення поставленої мети, виокремлюємо завдання: оцінити структурні особливості стада корів в умовах тваринницького підприємства; надати характеристику аспектів технології виробництва молока; розробити схему технології удосконалення за умов дотримання санітарно-гігієнічних норм; обґрунтувати ефективність виробництва молока та рівень мікроклімату та теплового балансу будівлі в зимовий період; сформулювати висновки та пропозиції виробництву.

Актуальність теми, в тому що оптимізація технології виробництва молока дозволить покращити санітарно-гігієнічні умови утримання худоби та збільшить продуктивність отриманого якісного молока.

Дослідження проводили згідно з планом науково-дослідних робіт кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи Вінницького національного аграрного університету в рамках наукової теми: «Оптимізація санітарно – гігієнічних умов отримання телят за промислової технології» (Державний реєстраційний номер 0120U104437).

Худобу утримують безприв'язно великими групами з дотриманням технологічних норм у корівниках полегшеного типу із каркасною основою конструкцій металевих і залізобетонних.

Напування тварин за допомогою автоматичних систем для групового напування із фіксованою подачею води.

Годівля однотипова для дослідних груп худоби, роздача кормів три рази на добу. Дослідження годівлі за "Нормами годівлі" [2].

Доїння корів за допомогою доїльної платформи в доїльному залі – двохразове.

Видалення гною за допомогою скреперної установки, а в родильному залі бульдозера, так як корів утримують на глибокій підстилці.

Показники мікроклімату повітря оцінювали за загальноприйнятими методиками [2, 6], а також використовували багатофункціональний ультразвуковий цифровий компактний прилад (5 в 1), яким одночасно контролювали температуру, вологість, швидкість руху повітря, освітлюваність та рівень шуму.

Результати досліджень опрацьовані біометрично з використанням методів

варіаційної статистики [4], з використанням комп'ютерної техніки та програмного забезпечення MS Excel.

Виклад основного матеріалу. Догляд і утримання тварин в господарстві передбачає систему організаційно-господарських заходів, спрямованих на забезпечення найкращих умов життя тварин і одержання від них запланованої продуктивності при найменших затратах праці та ресурсів.

У тваринницьких будівлях, де утримуються лактуючі корови доцільно дотримуватись ветеринарно-санітарних заходів, вести роботу по профілактиці захворювань, дотримуватись ветеринарної санітарії виробництва продукції тваринництва, отримувати продукцію, яка відповідає порядку ветеринарно-санітарної експертизи.

Враховуючи те, що в сухому повітрі не сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів менше, то бажано не допускати підвищення вологості в повітрі чим зменшувати їх можливості розмноження.

У Відомчих нормах технологічного проектування зазначено: з метою профілактики та ліквідації хвороб тварин, охорони людей від інфекційних та інвазійних захворювань, спільних для людей і тварин, на скотарських підприємствах необхідно забезпечити комплекс спеціальних заходів, до яких належить дезінфекція, дегельмінтизація, дезинвазія, дезінсекція та дератизація.

Найбільш ефективним і поширеним заходом для знищення збудників інфекційних хвороб у навоколишньому середовищі є дезінфекція, що здійснюється після ретельного механічного очищення тваринницьких приміщень.

Дезінфекції підлягають приміщення для тварин, обладнання, інвентар, предмети догляду за тваринами, повітря приміщень, територія підприємства, розвантажувально-навантажувальні майданчики, ветеринарно-санітарні об'єкти, транспортні засоби, доїльні установки, спецодяг, гній, гноївка та стічні води.

Дослідження мікроклімату за температурою, відносною вологістю, вмістом аміаку, вуглекислого газу в повітрі приміщення для обрахунку сумарної бальної оцінки та визначення відповідного рівня технології виробництва молока (табл. 1, 2).

Виходячи із отриманих даних таблиці 1 всі показники знаходяться у межах норми, жоден із них не перевищує допустимої межі, крім відносної вологості у капітальній будівлі на 1%.

За бальною оцінкою мікроклімат в корівниках відповідає 4,0 та 4,4 балам за дослідженнями в січні та відповідає допустимому проектно-технологічному режиму за якого рівень продуктивності знажується на 7-10% відносно оптимального проектно-технологічного режиму або 5 балів.

Виходячи із отриманих даних таблиці 2, всі показники знаходяться у межах норми, крім відносної вологості що вище норми на 1% в корівнику із безприв'язно-боксним утриманням.

За бальною оцінкою мікроклімат у тваринницьких приміщеннях у березні відповідає допустимому проектно-технологічному режиму – 4,2 та 4,4 бала.

Таблиця 1

Мікроклімат приміщень для утримання дійних корів – січень 2021 року

Параметри мікроклімату	Норма	Корівник – безприв'язно-боксове утримання		Корівник – безприв'язне на глибокій підстилці	
		показник	бал	показник	бал
Температура повітря, °C	8-10	8,4±0,32	4	14,6±0,29	5
Відносна вологість повітря, %	65-75	76±2,35	4	72±3,22	5
Швидкість руху повітря, м/с	до 0,3	0,34±0,07	4	0,22±0,12	4
Вміст CO ₂ , %	до 0,25	0,18±0,01	5	0,17±0,02	5
Вміст NH ₃ , мг/м ³	до 20	20±1,10	3	18±0,91	3
Сумарна бальна оцінка	-	-	4,0	-	4,4

Таблиця 2

Мікроклімат приміщень для утримання дійних корів – березень 2021 року

Параметри мікроклімату	Норма	Корівник – безприв'язно-боксове утримання		Корівник – безприв'язне на глибокій підстилці	
		показник	бал	показник	бал
Температура повітря, °C	8-16	14,3±0,33	5	15,3±0,26	5
Відносна вологість повітря, %	65-75	76±3,11	4	75±3,17	5
Швидкість руху повітря, м/с	до 0,50	0,21±0,12	4	0,25±0,18	5
Вміст CO ₂ , %	до 0,20	0,20±0,01	5	0,22±0,01	4
Вміст NH ₃ , мг/м ³	до 20	19±1,26	3	19±1,42	3
Сумарна бальна оцінка	-	-	4,2	-	4,4

Відновлення експлуатації корівника з виробництва молока необхідно згідно нормативів реконструкцію будівлі доцільно проводити при умові залишкової вартості біля 40%. Тому, доцільно передбачити реконструкцію під виробництво тваринницької продукції, яка потребує за технологічними процесами мінімальну кількість витрат.

У будівлю корови будуть надходити після отелень на 20 добу. Технологічною схемою передбачено утримувати корів на глибокій підстилці (рис. 1).

Була запропонована модель групової клітки для розміщення 25 корів: ширина 6,75 м, довжина 15,75 м. У клітці виділено дві зони: зона для годівлі корів у годівельного столу і зона – відпочинку на глибокій підстилці. На одну корову приходить 4,25 кв. м, що відповідає мінімальній площі підлоги для корів. У груповій клітці передбачено три автонапувалки.

Корови вільно рухаються у зоні відпочинку і при бажанні підходять до годівельного столу, де постійно знаходяться грубі, соковиті та концентровані корми. Біля будівлі обладнано вигульні з твердим покриттям майданчики, площею 375 кв. м або на кожну корову по 15 кв. м. Загальна площа для корів (вигул + приміщення) складає 481.25 кв. м, що на одну корову приходить по

19.25 кв. м. Наявність 8 групових кліток по 25 голів дозволяє по черзі комплектувати технологічні групи.

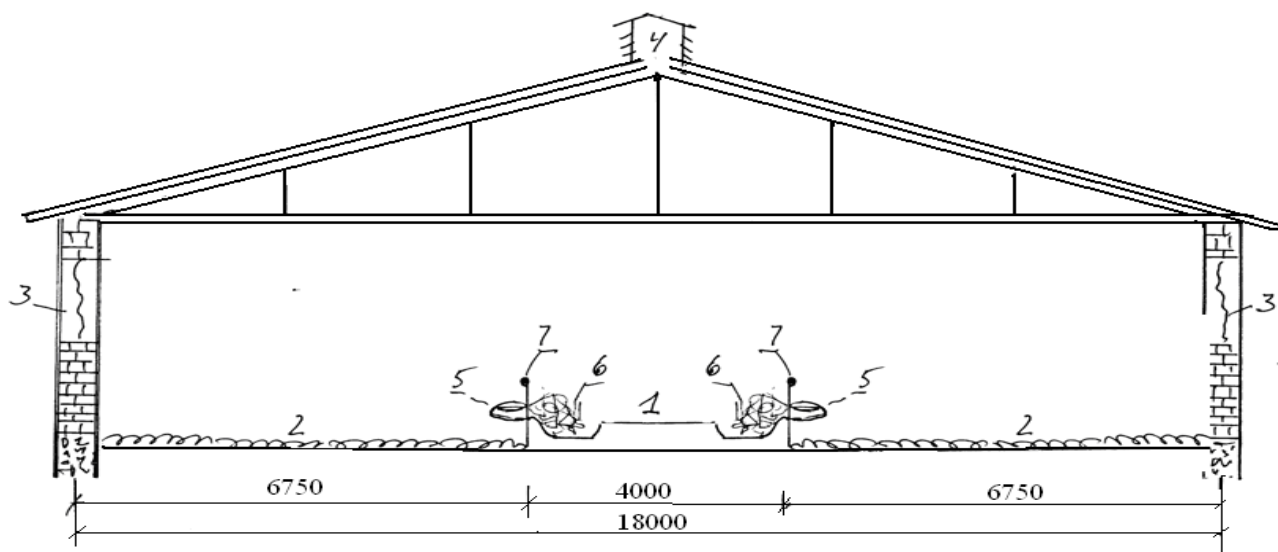


Рис. 1. Розріз корівника на 200 корів

1 – годівельний стіл; 2 – місце для відпочинку корів; 3 – вентиляційні шторки; 4 – вентиляційно-світловий ліхтар; 5 – автонапувалки; 6 – добовий запас кормів; 7 – годівельна решітка.

При 8-х групових клітках за період утримання у корів є можливості спеціалістам оцінювати поведінку і проводити перегрупування з метою ізоляції агресивних тварин, або підбирати до них аналогічних, що дозволяє після деяких конкуруючих форм прояву поведінки вибрати своє місце для відпочинку та годівлі. Так, нами були при розробці параметрів групових кліток враховані особливості не тільки забезпечення нормативних параметрів утримання, доїння, але й контроль за поведінкою корів.

Висновки. За бальною оцінкою мікроклімат корівників у січні відповідає 4,0 та 4,4 балам або допустимому проектно-технологічному режиму за якого рівень продуктивності знижується на 7% відносно оптимального проектно-технологічного режиму. Оцінка мікроклімату в березні також відповідає допустимому проектно-технологічному режиму – 4,2 та 4,4 бала, що дещо краще, ніж у зимовий період.

Список використаних джерел

1. Васильченко О.М. Розвиток молочного скотарства в контексті інтеграції України у світову економіку. *Економіка АПК : Міжнародний науково-виробничий журнал*. 2008. № 2(160). С. 34-36.
2. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). ВНТП-АПК-01.05. К. Міністерство аграрної політики України, 2005. 111с.
3. Калетник Г.М., Кулик М.Ф., Петриченко В.Ф. Основи перспективних технологій виробництва продукції тваринництва. Вінниця: "Енозіс", 2007. 584с.

4. Патров В.С., Недвига М.М., Павлів Б.А. Основи варіаційної статистики. Біометрія: Посібник з генетики сільськогосподарських тварин. Дніпропетровськ: Січ, 2000. 193 с.

5. Поліщук Т. В. Відтворна здатність корів у залежності від системи утримання та часу отелу. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2011. Випуск 8(48). С. 222-226.

6. Яремчук О.С., Варпіховський Р.Л. Вплив умов утримання корів на параметри мікроклімату повітря у тваринницьких приміщеннях та отримання додаткових енергоносіїв. *Аграрна наука та харчові технології*. Вінниця: ВЦ ВНАУ. 2017. Вип. 2(96). С. 259-267.

7. Яремчук О.С., Лютка Г.І., Поліщук Т.В. Методологія та організація наукових досліджень у ветеринарній гігієні, санітарії та експертизі: навчальний посібник. Вінниця, 2019. 300 с.

Марина ГРИНЕВИЧ⁵,
Студентка 2-го року навчання,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ НА ЗМІНУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ В ПРОЦЕСІ ЕКСТРУДУВАННЯ КОРМОВИХ БОБІВ

***Анотація.** У роботі досліджено вплив температурного режиму і ступеня помелу сировини на зміну хімічного складу і руйнування клітковини в процесі екструдювання кормових бобів.*

***Annotation.** The influence of temperature regime and degree of grinding of raw materials on change of chemical composition and destruction of fiber in the process of extrusion of fodder beans is investigated in the work.*

Вступ. Кормові боби можна з успіхом вирощувати на зелений корм у посівах, сумісних з кукурудзою, викою та вівсом. Завдяки своїй властивості зв'язувати вільний азот з повітря за допомогою бульбочкових бактерій і залишати його в ґрунті, вони є добрим попередником для наступних культур сівозміни. Зелену масу можна з успіхом використовувати на зелене добриво.

Боби кормові (*Vicia faba* L. var. *major* Harz) — однорічна трав'яниста рослина з родини бобових (Fabaceae). Серед зернових і бобових культур кормові боби відзначаються високою врожайністю. Білок кормових бобів містить більшість незамінних амінокислот, великий процент його фракції належить до

⁵ *Науковий керівник. к. хім. наук, старший викладач кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва і годівлі ВНАУ Морозова Л.П.

водорозчинних. Це свідчить про те, що він добре засвоюється тваринами. Кормові боби є стародавньою сільськогосподарською культурою. Ще 2 тис. років до н.е. їх вирощували на півдні Європи (Стародавній Греції та Римі) та півночі Африки (Стародавній Єгипет) для харчових та кормових цілей. Кормові боби походять із Середземномор'я, тому вимогливі до вологості та тепла під час дозрівання. Кормові (кінські) боби в Україні культивують у регіонах Полісся та Лісостепу [1].

Бобові культури відзначаються вищою протеїновою поживністю, ніж злакові, а також містять дещо менше кальцію і більше фосфору. Зерно кормових бобів характеризується меншою, порівняно з люпином і соєю, активністю інгібіторів трипсину, але містить значно більше танінів, ніж зерно гороху. Крім того, до його складу входять відин і конвідин, які значно знижують смакові якості та обмежують введення цього корму у комбікорми для великої рогатої худоби і свиней – до 15%, для птиці – до 7% [2].

Перед згодовуванням для зменшення негативного впливу антипоживних речовин кормові боби рекомендується замочувати з наступним промиванням проточною водою, підсмажувати або екструдувати.

Сучасному фермеру складно організувати своє господарство так, щоб воно було рентабельним. Комбікорми коштують дорого, а годувати худобу непереробленою їжею небезпечно. Тобто можна сказати, що екструдування виконує половину роботи шлунка тварини. Тому енергія харчування цілком йде на збільшення маси, підвищення надоїв і несучість. Корм має приємний запах і смак, що подобається тваринам. Кормовий раціон містить велику кількість протеїну. Дослідження показали, що готовий комбікорм має високу живильну цінність. Велика рогата худоба, свині, птахи, кролики, вівці, кози поїдають їжу повністю. При цьому немає відходів і недоцільного використання зерна, все харчування має однаковий склад і засвоюється практично повністю (до 95%).

Досвідчені фермери знають, що 90% загибелі молодняка відбувається через неякісні корми, згубно діє на шлунково-кишковий тракт. Не оброблене харчування містить велику кількість грибків, бактерій і інших шкідливих мікроорганізмів, в той час як екструдовані корми практично стерильні. Завдяки впливу високої температури і тиску, продукт знезаражується і приносить тільки користь. Так як процес виробництва проходить дуже швидко (30 секунд), в раціоні зберігаються всі поживні речовини, а шкідливі компоненти зникають. Згіркlostі комбікормам надає присутність ліпаз і ліпоксигеназ. Переробка зерна і відходів розриває різні хімічні зв'язки, що дозволяє підвищити засвоюваність і збільшити приріст.

Але є і головний мінус – худобу не можна годувати екструдатами постійно. Кожному виду тварин необхідні свої добавки для правильного розвитку і швидкого зростання. Наприклад, в раціоні кроликів повинна переважати свіжа трава, а курям несучкам часто додають бите скло, багато сільськогосподарських тварин полюблюють рідкий корм [3, 4].

Використання екструдера дає можливість робити корисний корм навіть із сировини низької якості. Фермер може змішувати зіпсоване зерно, відходи

м'ясного виробництва, соломі, шрот, макуху, кісткове і трав'яне борошно. Готова продукція має низький вміст вологи, тому її можна довго зберігати в звичайних складських умовах. Особливих вимог до приміщення немає, у ньому має бути:

- чисто;
- сухо;
- легко провітрювати;
- не бажане пряме попадання сонячних променів [2].

Метою даної роботи було дослідити хімічний склад поживних речовин у натуральній та абсолютно сухій речовині до і після екструдуювання кормових бобів при різних температурах.

Виклад основного матеріалу. Об'єктами дослідження були зразки кормових бобів, що використовуються у виробництві комбікормів. Екструзію кормової сировини проводили на зерновому екструдері ЕКЗ-150 виробництва США з продуктивністю 600–900 кг/год. Екструдери цього типу відносяться до «сухих» екструдерів і мають простий і економічний технологічний процес. При порівняно невеликих габаритах вони мають досить високу продуктивність. Встановлено раціональні параметри екструдуювання кормів: тонкістю помелу сировини діаметром насадки 7,5 мм; температури продукту на виході з екструдера – 120 - 160 °С.

Для вивчення впливу екструзії на трансформацію поживних властивостей, був досліджений хімічний склад поживних компонентів кормових бобів до і після екструдуювання за температур 120 - 160 °С [1].

Дані по зміні хімічного складу кормових компонентів в натуральній і абсолютно сухій речовині до і після екструдуювання наведені в табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Хімічний склад у натуральній речовині, % у зразках кормових бобів до і після екструдуювання при різних температурах.

Найменування компоненту	Температура продукту, °С	Досліджувані характеристики					
		Суша речовина	Протеїн	Жир	Клітковина	Зола	БЕР
Боби кормові без обробки		91,28	24,24	0,49	8,53	3,55	54,47
Боби кормові екструдовані	120	94,41	23,30	2,28	7,30	3,96	57,57
	140	92,35	25,04	1,15	7,82	2,64	55,70
	150	92,40	23,88	0,61	8,23	3,73	55,95
	160	92,73	24,67	0,77	6,96	3,71	56,62

За даними хімічного складу поживних компонентів повного зоотехнічного аналізу, вміст сирого протеїну в екструдованих кормових бобах збільшується при температурі 140 °С, в той час як за інших температур він залишається практично без змін порівняно із зразком без обробки.

Таблиця 2

Хімічний склад у абсолютно сухій речовині, % у зразках кормових бобів до і після екструдуювання при різній температурі.

Найменування компоненту	Температура продукту, °С	Досліджувані характеристики				
		Протеїн	Жир	Клітковина	Зола	БЕР
Боби кормові без обробки		26,56	0,54	9,34	3,89	59,67
Боби кормові екструдовані	120	24,68	2,41	7,73	4,19	60,98
	140	27,11	1,24	8,47	2,86	60,32
	150	25,84	0,66	8,91	4,04	60,55
	160	26,60	0,83	7,51	4,00	61,06

В процесі екструдуювання при температурі 120 °С спостерігається зростання частки сухої речовини на виході. Процес екструдуювання сприяє зростанню вмісту сирого жиру в кормових бобах у всіх зразках, досягаючи максимуму при 120 °С. Це пов'язано з тим, що в процесі тертя сировини в екструдері відбувалося руйнування клітинних стінок, що викликало виділення жиру. Кількість клітковини після екструдуювання у всіх досліджених зразках зменшується. Також слід відмітити зростання частки безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), які об'єднують в своєму складі вуглеводи і білки, що значно збільшують калорійність утворених продуктів. Як наслідок відбувався перерозподіл і збільшення вмісту золи і кількості білка та вуглеводів в екструдованому продукті.

Висновки. 1. Використання методу екструдуювання при обробці кормових бобів дозволяє збільшити в них, в порівнянні з натуральним зерном, весь комплекс поживних речовин (кількість обмінної енергії, вміст сухої речовини, сирого і перетравного протеїну, БЕР) і, навпаки, знизити вміст сирової клітковини.

2. Шляхом варіювання умов екструдуювання можна визначити оптимальний температурний режим, при якому одержувати кінцеві продукти з заданими характеристиками.

2. Уведення в раціони сільськогосподарських тварин та птиці екструдованих комбікормів-концентратів підвищує інтенсивність обмінних процесів в організмі тварин, сприяючи покращенню продуктивності.

Список використаних джерел

1. Ібатуллін І.І., Панасенко Ю.О., Кононенко В.К. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. К.: Вища освіта. 2003. 432 с.
2. Зінченко О.І. Кормовиробництво: підручник. К.: Вища школа. 2005. 448 с.
3. Петриченко В.Ф., Кулик М.Ф., Ібатуллін І.І. Виробництво, зберігання і використання кормів. Вінниця. 2003. 444 с.
4. Проваторов Г.В., Проваторова В.О. Годівля сільськогосподарських тварин. Суми: Університетська книга. 2004. 509 с.

Володимир ПРИСЯЖНЮК⁶,
магістер 2-го року навчання,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ ЗА РІЗНИХ УМОВ УТРИМАННЯ

***Анотація.** Встановлено, що на склад молока значною мірою впливає рівень і повноцінність годівлі корів. Згодовування зеленої маси бобових культур або злаково-бобових травосумішок підвищує жирність молока на 0,15–0,3%, порівняно із зеленою масою злакових культур, що підтверджується не тільки лактацією, але й сезоном року.*

Дослідження показали, що підвищення жирномолочності корів української чорно-рябої молочної породи можливо досягти за рахунок не тільки селекцією на жирномолочність, але й регулюванням отелень, перевагу слід віддавати: весняним отеленням, вищій вгодованості корів та збалансованій годівлі.

***Annotation.** It is established that the composition of milk is significantly influenced by the level and completeness of feeding cows. Feeding green mass of legumes or cereal-legume mixtures increases the fat content of milk by 0.15-0.3% compared to the green mass of cereals, which is confirmed not only by lactation but also by the season.*

Studies have shown that increasing the fat content of Ukrainian black-and-white dairy cows can be achieved not only by breeding for fat milk, but also by regulating calves, preference should be given to: spring calving, higher fattening cows and balanced feeding.

***Вступ.** У тваринництві технологічний процес пов'язаний з перетворенням поживних речовин корму за допомогою тварин у тваринницькі продукти і сировину. Індустріальною називають таку технологію виробництва молока, при якій основні процеси по обслуговуванню тварин виконуються за допомогою механічних засобів або автоматизації. Для використання індустріальної технології будують спеціалізовані приміщення для утримання тварин, допоміжні будівлі для збереження і підготовки кормів, збирання і зберігання гною та стоків, ізолятор для хворих тварин, службові приміщення, інші допоміжні спорудження. Всі ці об'єкти, передбачені науково обґрунтованим проектом, і є комплексом, в якому для виконання трудомістких процесів створюють потокові (конвеєрні) лінії, оснащені системою машин і відповідним обладнанням (устаткуванням) [6].*

Таким чином, сучасна технологія виробництва молока ґрунтується переважно на біологічних, інженерних та економічних знаннях. Якщо ці науки зумовлюють і визначають, що треба робити для одержання молока, то

⁶*Науковий керівник: д. с.-г.н., професор кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Яремчук О.С.

технологія, яка акумулює необхідні положення цих наук, а також надбаний практичний досвід, дає відповідь на запитання, як потрібно діяти, щоб одержати молоко в процесі виробництва з найбільшою ефективністю. Технологія виробництва молока на фермі визначається кількістю і якістю тварин, параметрами всіх операцій, а також послідовністю і тривалістю їх використання обслуговуючим персоналом [5].

Молочна продуктивність у кращих племінних стадах становить 6000-8000 кг молока жирністю 3,6-3,8%. У породі є чимало тварин з надоем 10000 кг молока. Жива маса дорослих корів – 600-650 кг, бугаїв – 850-1100 кг. Телиці при добрій годівлі досягають живої маси у 12 міс. 290-300 кг, у 18 – 400-420, бугайці – відповідно 380-400 і 500-520 кг, мають при цьому задовільні м'ясні якості. Центральнo-східний тип за чисельністю становить 65-70 % поголів'я породи [2].

Запорукою ефективної роботи молочної ферми є раціональна організація машинного доїння корів. Секреція молока у молочній залозі тварин відбувається рівномірно протягом 9-12 год. після доїння, а тому спокійна обстановка у стаді, організація відпочинку корів за певним режимом, сприяють оптимальній секреції молока. Місткість вим'я корови визначає її індивідуальну особливість нагромаджувати до доїння певний об'єм молока без пригнічення процесу секреції. При цьому необхідно пам'ятати, що місткість молочної залози не залишається постійною протягом лактації: у перші місяці лактації вона дещо збільшується, потім, до п'ятого-сьомого – залишається практично однаковою, а далі із зменшенням добових надоїв зменшується [4].

Для удосконалення технології виробництва якісного молока від дійного стада корів української чорно-рябої та української червоно-рябої молочних порід, слід провести аналіз існуючої технології, що в свою чергу дозволить провести її удосконалення через інтегрування оптимальних проєктно-технологічних рішень.

Мета дослідження – провести оцінку технології виробництва молока за існуючих умов та встановити напрямки для удосконалення умов виробництва молока від дійного стада корів.

Актуальність теми, в тому що безпечні умови отримання молока дозволяють покращити технологічний процес і підвищити рівень санітарно-гігієнічної безпеки виробництва молока.

Продуктивне стадо корів утримують безприв'язно великими групами з дотриманням технологічних норм у корівниках полегшеного типу. Напування худоби за допомогою автоматичних систем для групового напування. Доїння - за допомогою обладнання, що розміщене в окремому доїльному залі. Видалення екскрементів скрепером із виробничих приміщень, а з родильного залу - бульдозером.

Годівля худоби - однотипова, роздача кормів - три рази на добу, за "Нормами годівлі" [1].

Результати досліджень опрацьовані біометрично [3], з використанням комп'ютерної техніки та програми MS Excel.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні в Україні діють різні вимоги та стандарти на молоко незбиране, а саме: ДСТУ 3662:2018 Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови; ДСТУ 2661:2010 Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови; ДСТУ 8553:2015 Молоко-сировина та вершки-сировина. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання, проте на молокопереробні підприємства через великий дефіцит сировини потрапляє молоко значно гіршої якості, ніж вимагається, що негативно впливає на виготовлення молочної продукції.

Для стабільного забезпечення молокопереробних підприємств якісною сировиною створюються спеціалізовані високорентабельні молочні ферми, де технологія виробництва відповідає сучасному рівневі й забезпечувала б отримання високоякісного і дешевого молока.

На жирномолочність корів впливають генетичні фактори, фактори навколишнього середовища та фізіологічний стан корів. Основні генетико-селекційні показники вмісту жиру в молоці такі: успадкування жиру - 0,48–0,60; коефіцієнт кореляції білок : жир - 0,29-0,42; коефіцієнт кореляції між надоєм і вмістом жиру - від 0,028 до 0,175; мінливість вмісту жиру в молоці - 5,5-11,4%.

Теорія полягає у тому, що чим більша кількість молока тим більше отримуємо жиру, але при збільшенні надоїв вміст жиру зменшується, що підтверджується й на практиці (табл. 1).

Таблиця 1

Показники надоїв молока та вмісту жиру дослідних груп корів у різних корівниках, n=20 (M±m)

Показник	Місяці лактації (305 діб), міс.								Середнє значення
	1	2	3	4-5	6-7	8	9	10	
Корівник із безприв'язним утриманням у боксах									
Добовий надій молока, кг	27,6± 2,44	30,1± 1,75	29,9± 1,56	29,1± 1,43	27,9± 1,57	27,2± 1,75	26,6± 1,54	25,7± 1,42	28,11
Вміст жиру, %	3,7± 0,15	3,8± 0,06	3,8± 0,10	3,9± 0,11	3,9± 0,07	3,9± 0,08	3,9± 0,09	4,1± 0,06	3,88
Корівник із безприв'язним утриманням на глибокій підстилці									
Добовий надій молока, кг	27,9± 1,57	31,5± 1,87	31,3± 2,33	30,1± 1,94	28,9± 1,88	28,1± 1,63	27,3± 1,22	26,5± 1,47	29,07
Вміст жиру, %	3,7± 0,06	3,8± 0,07	3,8± 0,08	3,8± 0,09	3,9± 0,03	3,9± 0,05	3,9± 0,06	4,0± 0,07	3,85

З даних таблиці 1 бачимо, що у другій половині лактації, за умов збільшення вгодованості корів, одночасно збільшується і вміст жиру в молоці, найвищий його відсоток припадає на 8-10 місяці. При підвищенні вмісту жиру в кінці лактації означає надмірну кількість енергії в раціоні, що може призвести до підвищення живої маси корів.

У літній період температура повітря підвищується за 21°C (оптимум), що приводить до гальмування синтезу молочного жиру коровами. Кожне

збільшення температури на 5°C вище оптимальної призводить до зниження вмісту жиру в молоці корів на 0,2–0,3%, а в деяких випадках – і на 0,5%.

На склад молока значною мірою впливає рівень і повноцінність годівлі корів. Згодовування зеленої маси бобових культур або злаково-бобових травосумішок підвищує жирність молока на 0,15–0,3%, порівняно із зеленою масою злакових культур, що підтверджується не тільки лактацією, але й сезоном року.

Дослідження показали, що підвищення жирномолочності корів української чорно-рябої молочної породи можливо досягти за рахунок не тільки селекцією на жирномолочність, але й регулюванням отелень, перевагу слід віддавати: весняним отеленням, вищій вгодованості корів та збалансованій годівлі.

Висока рентабельність виробництва молока в господарстві склалась завдяки високій продуктивності молочного стада. Молоко реалізується на Літинський молокозавод. Спеціалісти докладають зусиль, щоб собівартість продукції була невисокою, а реалізаційна ціна дозволяла мати високорентабельне виробництво.

Таблиця 2

Економічна оцінка технології виробництва молока від дійних корів у різних корівниках за безприв'язного утримання, n=20.

Показник	Утримання у боксах	Утримання на глибокій підстилці	± утримання на глибокій підстилці до утримання у боксах
Тривалість лактації, діб	305	305	-
Середня жива маса корів, кг	557	565	8
Середній надій за лактацію, кг	8575	8867	292
Вміст жиру в молоці, %	3,88	3,85	-0,03
Валова кількість молока, ц	1714,8	1773,2	58,4
Товарність молока, %	96	96	-
Товарне молоко, ц	1646,22	1702,28	56,06
Собівартість реалізованого молока, тис. грн.	1626,6	1612,2	-14,4
Середня ціна на 1 кг молока, грн.	12	12	-
Виручка від реалізації, тис. грн.	1975,45	2042,72	67,27
Прибуток, тис. грн..	348,85	430,52	81,67
Рівень рентабельності, %	21,45	26,70	5,25

При реалізації молока підприємство є рентабельним – 21,4-26,7%, прибуток за умов утримання дійних корів у будівлі полегшеного типу на глибокій підстилці – 430,52 тис. грн., тоді як у будівлі із безприв'язним утриманням тварин у секціях із боксами – 348,85 тис. грн., що менше на 81,67 тис. грн., що супроводжується порушеннями умов мікроклімату та теплового балансу будівлі.

Висновки. 1. При реалізації молока підприємство є рентабельним, прибуток від корів дослідної групи із корівника полегшеного типу при утриманні їх на глибокій підстилці – 430,52 тис. грн., тоді як у будівлі із безприв'язним утриманням тварин у секціях із боксами – 348,85 тис. грн., що менше на 81,67 тис. грн., що супроводжується порушеннями деяких параметрів мікроклімату та зниженням рівня теплового балансу будівлі.

Список використаних джерел

1. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). ВНТП-АПК-01.05. К. Міністерство аграрної політики України, 2005. 111с.
2. Кулик М.Ф., Скоромна О.І., Обертюх Ю.В. Теоретичне обґрунтування оцінки кормів у продукції молока залежно від вмісту сирової клітковини і швидкості їх проходження по шлунково-кишковому тракту. *Аграрна наука та харчові технології*. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2017. Вип. 1(95). С. 3-13.
3. Патров В.С., Недвига М.М., Павлів Б.А. Основи варіаційної статистики. Біометрія: Посібник з генетики сільськогосподарських тварин. Дніпропетровськ: Січ, 2000. 193 с.
4. Польовий Л.В., Казьмірук Л.В. Ефективність використання вигульно-годівельних майданчиків та культурних пасовищ при виробництві молока від корів української чорно-рябої молочної породи. *Аграрна наука та харчові технології*. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2017. Вип. 4(98). С. 185-189.
5. Польовий Л.В., Шведюк С.В., Польова О.Л. Роздій корів та підготовка концентратів до згодовування – резерв підвищення енергоощадності молока. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2011. Випуск 6(46). С. 115-119.
6. Польовий Л.В., Поліщук Т.В. Енергетична цінність та ефективність виробництва молока корів української чорно-рябої та української червоно-рябої молочних порід. *Аграрна наука та харчові технології*. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2016. Вип. 3(94). С. 142-149.
7. Яремчук О.С., Варпіховський Р.Л. Вплив умов утримання корів на параметри мікроклімату повітря у тваринницьких приміщеннях та отримання додаткових енергоносіїв. *Аграрна наука та харчові технології*. Вінниця: ВЦ ВНАУ. 2017. Вип. 2(96). С. 259-267.

Анастасія ЦЕЛИЧ⁷,
студентка 2-го року навчання,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАЛІЗ РЕГУЛЮВАННЯ ПИТАННЯ ГІГІЄНИ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ КОРМІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК В УКРАЇНІ

***Анотація.** У статті подано узагальнення основних регламентів ЄС, які регулюють питання безпеки, гігієни та маркування кормів, а також застосування кормових добавок. Охарактеризовано наявну в Україні систему державної реєстрації кормових добавок, преміксів і кормів.*

***Annotation.** At the article, the main regulations of the EC were filed, which regulate food safety, hygiene and labeling of feed, as well as the stoking of feed additives. The system of state registration of feed additives, premixes and feeds has been characterized in Ukraine.*

Вступ. Санітарні та фітосанітарні заходи (СФЗ) застосовуються всіма країнами світу з метою захисту здоров'я людини, тварин та рослин. З огляду на це, питанням гармонізації санітарних і фітосанітарних заходів спеціально присвячено главу 4 Розділу IV Угоди про асоціацію між Україною та ЄС [1].

Відомо, що покращання споживання та підвищення ефективності використання кормів, одержання максимальної тваринницької продуктивності забезпечується високим рівнем збалансованої годівлі з використанням різних

кормових добавок. Аналіз періодичної спеціальної літератури показав, що на даному етапі розвитку комбікормової промисловості в годівлі тварин застосовується чимало кормових добавок. Немало великих фірм США, Англії, Франції та інших країн почали постачати на ринок України кормові добавки нового покоління різного напрямку: смакові й ароматичні речовини, ферментні препарати, пробіотики та інші [8].

Державний контроль безпеки кормів є складовою концепції “від лану до столу”. Його мета – запобігти потраплянню шкідливих речовин до організму людини через харчовий ланцюг «корм – тварина – харчовий продукт тваринного походження – людина». Тобто якщо тварина буде їсти безпечні корми, то похідні від неї продукти будуть безпечними для людини. Також держконтроль важливий у контексті благополуччя тварин, яке неможливо забезпечити, якщо тварина буде споживати корми, які шкодитимуть її здоров'ю. Важливою складовою системи державного контролю безпеки кормів є механізм державної реєстрації кормових добавок [11].

⁷*Науковий керівник: к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Шпаковська Г.І

В Україні Укладення Угоди про асоціацію з Європейським Союзом стало серйозним поштовхом для перегляду її національного законодавства України з даного питання [1]. У законодавстві Європейського Союзу детально регламентовані вимоги до гігієни та безпечності кормів та їх інгредієнтів. В Україні ж законодавче регулювання виробництва, обігу та використання кормів останнім часом залишалось досить поверхневим. Але, з прийняттям у 2017 році Закону України «Про безпечність та гігієну кормів» [2] змінило ситуацію.

Виклад основного матеріалу. За підрахунками експертів, у 2019 році загальний обсяг ринку кормів для домашніх тварин становив більш ніж 6 млрд гривень, а зростання склало 37,3%. Експерти також зазначають про те, що у 2020 році ринок продовжив розвиток. Відповідно до інформації Держпродспоживслужби в Україні зареєстровано 7 340 суб'єктів господарювання, діяльність яких пов'язана з виробництвом та обігом кормів (великі виробники, експортери, імпортери, середні та малі суб'єкти господарювання).

Відсутність регулювань стосовно вимог до реєстраційного досьє призводило до:

1) неможливості реєстрації кормових добавок, що використовують при виготовленні кормів, що, в свою чергу, призводить до скорочення ринку (в першу чергу кормів для домашніх тварин).

Відповідно до інформації, наведеної у переліку кормових добавок, преміксів, готових кормів та ветеринарних препаратів, що ведеться Держпродспоживслужбою, наразі в Україні зареєстровано близько 1547 кормових добавок, з яких 263 (17% від усіх зареєстрованих кормових добавок) мають реєстраційне посвідчення, що закінчується 2021 році [2].

По-перше, система реєстрації кормових добавок не дозволяє допустити в обіг небезпечні добавки. Оскільки вони визначаються під час здійснення наукової оцінки, в тому числі лабораторних досліджень, які проводяться під час реєстрації добавки.

По-друге, реєстрація добавок важлива для здійснення ефективного держконтролю кормів на основі тієї інформації про добавку, яка надається при реєстрації. Наприклад, це інформація про використання речовини, яка є безпечною, за умови її правильного використання. Однак, при перевищенні безпечної дози стає небезпечною. Держконтроль може це виявити лише при наявності докладної інформації про властивості добавки.

Тому дуже важливо після запровадження еквівалентної європейській системи державного контролю гармонізувати українське законодавство із законодавством ЄС у частині реєстрації кормових добавок. На відміну від ЄС, де реєстрації підлягають лише кормові добавки, в Україні обов'язковою є державна реєстрація кормових добавок, преміксів та готових кормів відповідно до ст.76 Закону України «Про ветеринарну медицину». Відповідна процедура державної реєстрації регламентована, окрім норм зазначеного Закону, також Положенням про державну реєстрацію кормових добавок, преміксів та готових кормів, затвердженим Кабінетом Міністрів України.

Тому наразі є актуальним питання вирівнювання правового поля в Україні та ЄС у частині реєстрації кормових добавок [11].

На відміну від чинної редакції Закону передбачає обов'язкову державну реєстрацію для кормових добавок, преміксів і готових кормів, Закон України «Про безпечність та гігієну кормів» передбачає державну реєстрацію лише кормових добавок. Це має значно спростити ведення бізнесу для виробників готових кормів, яким більше не доведеться реєструвати кожен рецепт готового корму чи преміксу. Крім того, з точки зору бізнесу важливою перевагою європейської системи реєстрації кормових добавок є те, що кормові добавки більшості категорій реєструються без прив'язки до заявника. Такий європейський підхід, втілений у нормах Закону України «Про безпечність та гігієну кормів», дозволить усунути недосконалість чинного законодавства України в цій сфері, згідно з яким одна й та сама кормова добавка підлягає державній реєстрації кожним суб'єктом господарювання, який має намір її використовувати. У результаті одна й та сама добавка може бути зареєстрована десятки разів на різних заявників. Варто відзначити, що така реєстрація не безкоштовна, оскільки вимагає проведення експертної оцінки, яка дорого коштує. Тому запровадження європейської системи державної реєстрації дозволить виробникам кормів суттєво заощадити, адже кормову добавку, зареєстровану за зверненням одного заявника, зможуть надалі використовувати всі інші господарюючі суб'єкти.

Водночас слід звернути увагу на те, що практична реалізація положень Закону України «Про безпечність та гігієну кормів» значною мірою залежатиме від вчасного прийняття цілої низки підзаконних нормативно правових актів, передбачених цим законом. Це пов'язано з тим, що законодавство про корми в Європейському Союзі є досить об'ємним. Тому для наближення національного законодавства України до законодавства Європейського Союзу у цій сфері прийняття одного закону замало [10].

Варто зазначити, що 30 серпня вступив у дію наказ Міністерства економіки № 307 (від 26.07.2021) про прийняття Порядку формування реєстраційного доосьє, який розблокував процедуру державної реєстрації кормових добавок. «Відтепер понад 7000 суб'єктів господарювання, діяльність яких пов'язана з виробництвом та обігом кормів, отримали можливість реєструвати безпечні та високоякісні кормові добавки для тварин. Порядок формування реєстраційного доосьє розроблено відповідно до європейського законодавства. Його прийняття стало важливим кроком у приведенні українського ринку кормів до вимог ЄС» [12].

Висновки. Відсутність нормативних вимог до реєстраційного доосьє блокувала процедуру державної реєстрації кормових добавок та створювала в Україні штучний дефіцит якісних кормових добавок так необхідних для здоров'я домашніх та продуктивних тварин.

Відповідно до Закону України «Про безпечність та гігієну кормів» процедура державної реєстрації кормових добавок починається з подання оператором ринку відповідної заяви та реєстраційного доосьє на кормову добавку.

Список використаних джерел

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони від 21.03.2014 р. та 27.06.2014 р. *Офіційний вісник України*. 2014. № 75. Том 1. С. 83. Ст. 2125.
2. Про безпечність та гігієну кормів: Закон України від 21.12.2017 р. № 2264-VIII. Відомості Верховної Ради. 2018. № 10. Ст. 53.
3. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32003R1831>
4. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32003R1831>
5. Regulation (EC) No 767/2009 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 on the placing on the market and use of feed, amending European Parliament and Council Regulation (EC) No 1831/2003 and repealing Council Directive 79/373/EEC, Commission Directive 80/511/EEC, Council Directives 82/471/EEC, 83/228/EEC, 93/74/EEC, 93/113/EC and 96/25/EC and Commission Decision 2004/217/EC. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009R0767>
6. Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32002R0178>
7. Трофимцева О. Внедрение HACCP в Украине необходимо для всех предприятий. URL : <http://nvppoint.com/ru/vnedrenie-haccp-vukraine-neobhodimo-dlya-vseh-predpriyatiy/>
8. Поліщук А.А., Білик О.В., Небилиця М.С. Використання Сукраму-810 і Мацерازی в раціонах годівлі молодняку свиней. *Вісник Черкаського інституту агропромислового виробництва*. Вип. 9. 2009. С. 37-41.
9. Аналіз регуляторного впливу. <https://www.me.gov.ua/Documents/Download?id=9bbd0fcc-afd4-410d-b2dd-e2f3f382c3e9>
10. Бурило Ю. Сучасний розвиток національного законодавства про корми / *Адміністративне право і процес*. Вип.11. 2019. С. 207-211.
11. Реєстрація кормових добавок, зареєстрованих в ЄС. http://ucep.org.ua/wp-content/uploads/2017/10/Bezpechnist_kormiv_WEB.pdf
12. Урядовий портал. <https://www.kmu.gov.ua/news/v-ukrayini-rozblokovano-proceduru-derzhavnoyi-reyestratsiyi-kormovih-dobavok>

Богдан ШЕЛЕСТ⁸,
студент 2-го року навчання,
факультету технології виробництва і
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ СВИНАРСТВА

***Анотація.** Встановлено, що органічне свиначство формується на гармонійних відносинах між землею, рослинами та тваринами, керуючись фізіологічними та психологічними потребами тварин та годівлею якісними органічними кормами.*

***Annotation.** It is established that organic pig breeding is formed on the harmonious relationship between land, plants and animals, guided by the physiological and psychological needs of animals and feeding quality organic feed.*

Вступ. Розвиток органічного тваринництва, й свиначства зокрема, - є актуальним завданням для науки та пріоритетним напрямком для України [1, 2, 6]. Адже інтенсивні технології виробництва продукції тваринництва несуть серйозні негативні наслідки для добробуту тварин, якості води, повітря, ґрунтів, біорізноманіття та здоров'я людей [3]. Україна володіє високим природно-ресурсним потенціалом для розвитку органічного виробництва, однак агропромислові підприємства не готові до цього як організаційно так і технологічно [4].

Метою даного етапу роботи було ознайомитися з особливостями органічного виробництва продукції свиначства.

Виклад основного матеріалу. Органічне тваринництво є одним із альтернативних методів ведення сільського господарства, який максимально наближений до природного і натурального ведення справ на фермі та забезпечує раціональне використання генетичного потенціалу тварин, збереження і покращення стану природи та отримання екологічно безпечної продукції тваринництва [5].

Органічне свиначство розглядається як цілісна система відтворення, утримання, годівлі, забою свиней, енергії, водопостачання, утилізації гною, що забезпечує ефективне використання генетичного потенціалу тварин для збереження або покращення навколишнього середовища та забезпечення споживачів екологічно чистою і безпечною продукцією.

З огляду на вище сказане підґрунтям органічного виробництва свинини має бути гармонізація екологічних, тваринних та споживчих вимог (рис. 1).

⁸ *Науковий керівник: к. с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі ВНАУ, Огороднічук Г.М.

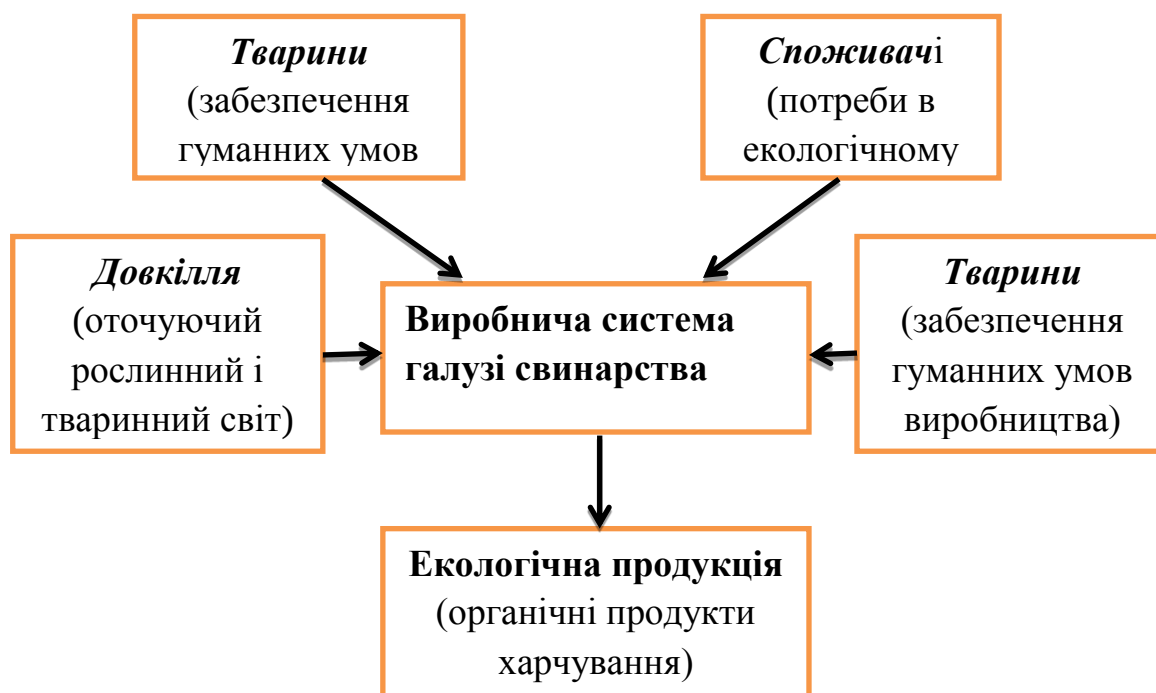


Рис.1. Виробнича система органічного свинарства

Виробництво органічної продукції свинарства повинно здійснюватись на основі Постанов Ради ЄС щодо органічного сільського господарства:

- спеціальні вимоги щодо доступу до пасовищ та площ утримання ([Постанова ЄС 889/2008. Додаток III](#));

- свиноматок слід утримувати в групах, за винятком останніх періодів вагітності та періоду вигодовування поросят ([Постанова /С 889/2008, ст.11.4](#));

- перехідний період для завезених конвенційних свиней для виробництва м'яса – 6 місяців ([Постанова ЄС 889/2008. ст. 38.1b](#)) [1, 6].

З метою отримання органічної продукції у свинарстві особливу увагу приділяють кормам (без консервантів, ГМО, стимуляторів росту, збудників апетиту) та без стресовим умовам утримання й транспортування, заборонено використовувати антибіотики та гормони.

За органічної технології утримання свиней, необхідно передбачити відповідні площі для кожної статеві-вікової групи (табл. 1).

Таблиця 1

Необхідна площа на 1 голову за органічного утримання.

Показник	Статеві-вікові групи		
	Підсисні свиноматки з поросятами	Молодняк свиней на відгодівлі	Поросята на дорощуванні
Жива маса, кг	-	50 і менше 85 і менше 110 і менше	30 і менше
Площа приміщення на 1 голову, м ²	Мінімально 7,5	0,8 1,1 1,3	0,6
Площа на 1 тварину на вугулах, м ²	2,5	0,6 0,8 1,0	0,4

При цьому в приміщеннях свині утримуються не більше 1/5 свого життя. У тварин має бути вільний вхід і вихід з приміщень. Свиней слід утримувати в огорожених електропастухами - пасовищах.

Під час догляду за тваринами заборонені: обрізка хвостів, підрізання зубів, видалення рогів, застосування будь-якої електричної стимуляції для примушування під час завантаження і розвантаження тварин, використання традиційних хімічно синтезованих транквілізаторів до або під час транспортування

Для того щоб виробляти органічну продукцію свинарства, бажано вирощувати сільськогосподарські культури на власних орендованих землях, відмовитися від використання антибіотиків, гормонів, ліків та інших хімічних добавок, розширити площі тваринницьких ферм з метою створення сприятливих умов для розвитку тварин, зменшити стресові ситуації.

Висновки. Виробництво органічної продукції свинарства є вельми витратною справою, яка вимагає адаптування аграрників до нових складних організаційно-економічних умов функціонування.

Розвиток органічного свинарства сприятиме покращенню економічного, соціального та екологічного стану, комплексному розвитку сільської місцевості, поліпшенню здоров'я населення.

Список використаних джерел

1. В Україні вступив в силу «органічний» закон. URL: <http://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2752845-v-ukraini-vstupiv-vsilu-organicnij-zakon.html>
2. «Органічне виробництво і продовольча безпека». *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Житомир: «Полісся», 2013. 492 с.
3. Гончарук І.В., Ковальчук С.Я., Цицюра Я.Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця. Монографія. ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.
4. Безус Р.М., Антонюк Г.Я. Ринок органічної продукції в Україні: проблеми та перспективи. *Економіка АПК*. 2011. № 6. С. 47-52.
5. Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» від 3 вересня 2013 р. № 425-VII.
6. «Органік стандарт» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://organicstandard.com.ua/files/animalhusbandry/ua>

Сніжана БОНДАРЧУК⁹,
студентка 3-го року навчання,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ПІДКИСЛЮВАЧА У ГОДІВЛІ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

***Анотація.** У ході досліджу метою роботи було вивчити вплив застосування кормової добавки на продуктивність курчат-бройлерів за їх вирощування. Дія підкислювачів спрямована на зниження рН кишківника тварини. Це робиться тому, що розвиток більшості патогенних і умовно-патогенних бактерій за таких умов пригнічується. Таким чином, відбувається комплексне природне витіснення патогенної та умовно-патогенної мікрофлори з кишківника тварини. Виявлено, що споживання кормової добавки сприяє збільшенню живої маси у птиці 2-ї групи на 6,3 % проти ровесників з контрольної групи.*

***Ключові слова:** курчата-бройлери, корм, підкислювач, жива маса.*

***Annotation.** During the experiment, the aim of the study was to study the effect of the use of feed additives on the productivity of broiler chickens during their rearing. The action of acidifiers is aimed at lowering the pH of the intestine of the animal. This is because the development of most pathogenic and opportunistic bacteria under such conditions is inhibited. Thus, there is a complex natural displacement of pathogenic and opportunistic microflora from the intestine of the animal. It was found that the consumption of feed additives increases the live weight in birds of the 2nd group by 6.3% ($P \leq 0.001$) against peers from the control group.*

***Key words:** broiler chickens, feed, acidifier, live weight.*

***Вступ.** Сьогодні птахівництво – це один з найбільш перспективних напрямків розвитку агробізнесу. Враховуючи той факт, що птахівництво в Україні зараз характеризується використанням досягнень сучасної генетики, передових технологій годівлі та утримання, завдання фахівців з годівлі ускладнюються з кожним роком [2, 4].*

Ефективність промислового м'ясного птахівництва залежить, перш за все, від того наскільки технології виробництва дозволяють реалізувати генетичний потенціал росту птиці. Важливим фактором реалізацій генетичного потенціалу птиці є організація повноцінної годівлі [2, 5].

У сучасних раціонах в корм птиці включені ензими, які сприяють підвищенню засвоєння кормових інгредієнтів, пребіотики, які забезпечують субстрат для росту корисних мікроорганізмів, пробіотики, які є колонією корисних бактерій, що заселяють кишечник і витісняють патогенні мікроорганізми, органічні кислоти, що сприяють розвитку корисної мікрофлори

⁹*Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Побережець Ю. М.

травної системи, абсорбенти мікотоксинів та антиоксиданти. Ряд науковців виявили, що додавання підкислювачів до кормів бройлерів сприяє зменшенню споживання кормів та підвищення конверсії корму [2, 5].

Демчишин О. В. [1] повідомляє, що у період вирощування 29–35 та 36–42 доба при застосуванні підкислювача «Аквасан» у курчат середньодобові прирости за тиждень зростали відповідно на 13,8 ($p \leq 0,05$) та 20,7 г ($p \leq 0,01$). Витрати корму на 1 кг приросту живої маси курчат на п'ятий тиждень (29–35 доба) зменшувалися на 90 г ($p \leq 0,05$), а на шостий тиждень (36–42 доба) вирощування – на 150 г ($p \leq 0,01$). Дані результати досліджень вказують на те, що застосування підкислювача «Аквасан» стимулює процеси травлення, засвоєння поживних речовин і, як наслідок, сприяє зростанню живої маси курчат бройлерів та ефективному використанню кормів.

Побережець Ю. М. [4] дослідила, що за дії кормової добавки збільшується вміст сухої речовини у грудних м'язах на 0,3% ($P < 0,01$) та протеїну на 0,2 % ($P < 0,05$), порівняно з контрольною групою. Під впливом підкислювача в стегнових м'язах курчат-бройлерів дослідної групи спостерігається підвищення кількості сухої речовини на 1,1% ($P < 0,001$), протеїну на 1,2 % ($P < 0,05$), та вмісту жиру на 0,3% ($P < 0,01$), порівняно з контрольною. Застосування підкислювача «Кормоцид» у годівлі курчат-бройлерів підвищує рівень зв'язаної вологи у грудних м'язах на 3,3 % ($P < 0,05$), відносно контрольної групи.

Метою роботи було вивчити вплив застосування кормової добавки на продуктивність курчат-бройлерів за їх вирощування.

Для дослідження продуктивності курчат за згодовування досліджуваної кормової добавки було сформовано 2 групи бройлерів кросу «Ross-308» по 20 голів у кожній. Перша група курчат була контрольна, а друга – дослідна. Курчат відбирали У добовому віці методом аналогів із середньою живою масою ($49,5 \pm 3$ г) [3]

Згідно зі схемою досліду обліковий період тривав 42 доби у тому числі зрівняльний період 5 діб, під час якого курчата адаптувались до умов утримання та годівлі (табл. 1).

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду

Група	Поголів'я птиці, гол.	Період досліду	
		зрівняльний (5 діб)	основний (37 діб)
1 – контрольна	20	ОР – основний раціон (повнораціонний комбікорм)	ОР – основний раціон (повнораціонний комбікорм)
2-дослідна	20	ОР – основний раціон (повнораціонний комбікорм)	ОР + кормова добавка «EnzActive» у дозі 100 г/т корму

Завдання, що ставилися в науково-господарському досліді, розв'язувалися шляхом експерименту з використанням зоотехнічних, та статистичних методів.

Виклад основного матеріалу. Додаткове згодовування кормової добавки «EnzActive» сприяє вірогідному збільшенню живої маси курчат-бройлерів починаючи з 28 доби. Так, у бройлерів 2-ї групи збільшується жива маса на 3,4 % ($P \leq 0,001$) проти контролю (табл. 2).

У віці 35 діб жива маса курчат-бройлерів 2-ї групи за дії досліджуваної добавки підвищилась на 6,4 % ($P \leq 0,001$) відносно контрольних ровесників.

Таблиця 2

Показники продуктивності курчат-бройлерів, г ($M \pm m$, $n = 20$)

Жива маса, г	Група	
	1 - контрольна	2-дослідна
у віці: 1 доба	50,2 ± 3,04	49,5 ± 2,85
7 діб	133,4 ± 6,32	135,6 ± 5,48
14 діб	485,6 ± 8,14	500,8 ± 9,32
21 доба	926,5 ± 12,28	958,6 ± 11,24
28 діб	1446,8 ± 14,26	1562,8 ± 12,45***
35 діб	1975,5 ± 16,47	2102,6 ± 15,96***
42 доби	2464,5 ± 18,65	2620,7 ± 19,87***
Збереженість, %	95,0	98,0

Крім того, у кінці досліду птиця з 2-ї групи переважала за живою масою своїх аналогів з контролю на 6,3 % ($P \leq 0,001$).

Висновки. Встановлено, що додаткове споживання кормової добавки «EnzActive» збільшує живу масу у птиці 2-ї групи на 6,3 % ($P \leq 0,001$) проти ровесників з контрольної групи.

Список використаних джерел

1. Демчишин О. В., Кухтин М. Д., Перкій Ю. Б., Горюк Ю. В. Вплив підкислювача «Аквасан» на мікробіоценоз кишківника курчат бройлерів. *Ветеринарна біотехнологія*. Бюлетень. 2018. Вип. 33. С. 25–30.
2. Ібатуллін І. І., Нечай Н.М., Дейнеко Р.М., Отченашко В.В. [Ефективність застосування підкислювачів та пробіотика за вирощування молодняку перепелів](#). *Animal Biology*, т.18. №1. 2016. С.33 – 39.
3. Ібатуллін І.І., Жуковський О.М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ, Аграрна наука, 2017. 328с.
4. Побережець Ю. М. [Продуктивність та якість м'яса курчат-бройлерів за згодовування кормового підкислювача](#). *International periodic scientific journal*. 2019. Вип. №9. С.64-70. DOI: 10.30889/2523-4692.
5. Chudak R.A., Poberezhets J. M., Vozniuk O.I., Dobronetska V.O. Echinacea pallida extract effect on quails meat quality. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. № 2. P. Vol 9. 151-155.

Вікторія ГЛАВАЦЬКА¹⁰,
студентка 3-го року навчання,
факультету технології виробництва,
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ АДАПТОГЕНІВ У СТРЕСОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЯХ В СВИНАРСТВІ

***Анотація.** У статті розглянуто позитивні аспекти використання адаптогенів у стресових технологічних операціях в свинарстві з метою зменшення проблем у вирощуванні свиней з використанням високопродуктивних порід та впровадженням нових промислових технологій. Також зібрані відомості і проаналізовано реальний стан стресових факторів, що впливають на продуктивність розвитку у свинарстві, та перспективи масштабного впровадження адаптогенів для профілактики стресів та їх мінімізації.*

***Abstract.** The article considers the positive aspects of the use of adaptogens in stressful technological operations in pig farming in order to reduce problems in raising pigs using high-yielding breeds and the introduction of new industrial technologies. Information was also collected and the real state of stress factors influencing the productivity of development in pig breeding and the prospects of large-scale introduction of adaptogens for stress prevention and minimization were analyzed.*

***Вступ.** Свинарство в Україні є однією з ключових галузей промислового комплексу. Проте, як і в інших сферах тваринництва, перешкодою для розвитку та функціонування високопродуктивних ферм є стреси у тварин. Особливо актуальним це є для тварин м'ясних порід.*

Враховуючи цей серйозний чинник, свинарі у всьому світі дедалі частіше звертають увагу на проблеми стресу у свиней. Стресом називають стан організму, який виникає при дії надзвичайних або патологічних подразників і характеризується адаптаційною відповіддю, що спостерігається у тварин усіх видів. Стрес, який переживають свині, призводить до пригнічення імунітету та виникнення хвороб. Крім того, зменшуються середньодобові прирости, тварини слабшають – це може призвести до виснаження та падежу, що завдає значних економічних збитків. Сьогодні добре відомо, що уникнути стресових ситуацій у свинарстві практично неможливо, тому фахівці ветеринарної медицини працюють над удосконалення існуючих та пошуками нових підходів до їхньої профілактики.

***Виклад основного матеріалу.** У багатьох випадках в свинарських господарствах не вдається повністю реалізувати генетичний потенціал свиней і*

¹⁰ *Науковий керівник. к. с.-г. наук, старший викладач кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі ВНАУ, Главатчук В.А.

причиною тому – стреси різної природи. Стреси і їх ролі у зниженні продуктивності і відтворювальних якостей сільськогосподарських тварин в останні роки дуже багато вивчаються фахівцями. Під стресом розуміється будь-яка біологічна реакція на несприятливий стимул, фізичний, розумовий або емоційний, який порушує гомеостаз тіла, будь то внутрішній чи зовнішній. Багато факторів стресу мають шкідливий вплив на імунітет, призводячи або до незначної реакції (званої субклінічною) і зазвичай не відразу помітною, або до клінічної (очевидної або гострої), яка проявляється дуже швидко.

Перед тим, як розробляти прийоми захисту від стресів, необхідно вивчити етапи проходження стресу.

Відомий експерт із свиначства Джон Гедд класифікував їх на 3 етапи:

1. Перша тривожна реакція, зазвичай негайна, на появу стресора, коли захисні сили організму активують гормони адреналін і неадреналін, які стимулюють реакцію «борись або біжи». Припиняється травлення, частішає пульс і зникає апетит – все це шкодить продуктивності.

2. Стадія резистентності: потім організм намагається зібратися і організувати захист, сповільнюючи те, що можна вважати його «швидко працюючим двигуном», щоб допомогти контролювати фактор стресу, два розслаблюючих гормони, які частково замінюються корисними кортикостероїдами, що знімають тиск, обмежуючи ріст тіла за рахунок регулювання травлення і уповільнення функцій статевих органів, особливо при овуляції і осіменінні. Але роблячи це, щоб дати організму «перепочинок», вони зменшують кількість білих кров'яних тілець, які борються з хворобами, тому може бути порушений імунний статус і погіршиться продуктивність.

3. Стадія виснаження: якщо організм не реагує на ці захисні заходи або занадто повільно реагує на них, настає виснаження, при якому порушується рівень цукру в крові, а резерви організму можуть знизитись настільки сильно, що призведуть до смерті.

Існує декілька шляхів боротьби зі стресом тварин: технологічні, зооінженерні та фармакологічні. Наприклад, спеціальний режим годування, вигул, спеціальні умови утримання (конструкція ферм), застосування ветеринарних препаратів.

Безпечним для профілактики стресу в свиней є застосування вітамінів, мінеральних речовин та інших адаптогенів (екстракт елеутерококу, препарати фумарової та бурштинової кислот тощо), що підвищують захисні та пристосувальні механізми їхнього організму до дії стрес-факторів.

Адаптогени – препарати рослинного і тваринного походження, які надають загально тонізуючу дію на функції ЦНС, ендокринну систему, обмін речовин, та підвищують, стійкість організму до несприятливих факторів зовнішнього середовища. Перевагою адаптогенів (речовин, що оптимізують процеси адаптації) є їхня властивість до реалізації антистресорної дії, коли це справді потрібно.

Данні препарати сприяють змінам в організмі, завдяки яким він краще адаптується до умов зовнішнього середовища які змінюються.

Наприклад, з метою профілактики стресових станів у поросят відразу після відлучення використовують 1% розчин ін'єкційної форми трифузолу з інтервалом 72 години у дозі 1,0-1,5 мг/кг шляхом внутрішньої ін'єкції упродовж 10 діб, що дає можливість адаптуватися поросят до нових умов утримання та позитивно впливає на збільшення середньодобового приросту.

Для профілактики та зняття стресу для дорослих свиней, свиноматок можна застосовувати адаптаційний препарат «Стресніл». Заспокійлива дія проявляється при дозі 0,5 мг азаперону на 1 кг маси тіла. Також в ветеринарній медицині широко застосовуються і інші адаптогенні препарати для різних видів тварин. Ветеринарна медицина продовжує прогресувати у вивченні нових методів та препаратів у боротьбі з стресами та з чинниками які спричиняють їх виникненню.

Висновок. Впливу стрес-факторів організм свиней піддається протягом усього періоду розвитку. Незалежно від природи виникнення стрес для свиней веде до значного зниження продуктивності, підвищенню захворюваності, що в кінцевому результаті несе за собою великі економічні затрати для свиноферм. Виходячи з цього, застосування адаптогенних препаратів направлених на боротьбу з стресами продуктивних сільськогосподарських тварин виправдано та доцільно.

Список використаних джерел

1. В. Чумаченко, 2018 р. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу «Стреси в свинарстві». Електронний ресурс:
<https://propozitsiya.com/ua/stresi-v-svinarstvi>
2. Джон Гедд 2020 р – Повний список загальних факторів стресу для поросят і дорослих свиней. Електронний ресурс: <https://www.vetfactor.com/ua/news/povnii-spisok-zagalnikh-faktoriv-stresu-dlya-porosyat-i-doroslikh-svinei/>
3. AGRI-GATOR, 2019 р. – Стрес у свиней стає дедалі актуальною проблемою промислового свинарства. Електронний ресурс:
<https://agri-gator.com.ua/2019/10/11/stres-u-svynej-staie-dedali-aktualnishoiu-problemoiu-promyslovoho-svynarstva/>
4. Б.П.Киричко, В.В.Парченко Аспекти застосування препарату «Трифузол» у свинарстві. Лугфарма 2016р. Електронний доступ:
http://www.ait-magazine.com.ua/sites/default/files/pictures/agrimatko_0.pdf

Яна ТИТУЛА¹¹,
магістер 5-го року навчання,
факультету технології виробництва і
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВИБРАКУВАННЯ ВІДСТАЮЧИХ У РОСТІ БИЧКІВ ТА ЇХ М'ЯСНА ПРОДУКТИВНІСТЬ

Анотація. Встановлено, що доцільно утримувати бичків української чорно-рябої молочної породи безприв'язно в клітках невеликими групами по 6-10 голів, завдяки чому порівняно з прив'язним утриманням підвищується м'ясна продуктивність більше ніж на 20 відсотків.

Наведені результати контрольного забою бичків української чорно-рябої молочної породи після вибракування їх, як таких, що відстають у рості.

Annotation. *It has been determined that it is expedient to maintain Ukrainian Black-and-White bulls unleashed in the hutches in small growth of 6-10 heads. As a result beef productivity comparatively to the leashed maintaining increases to more than 20 percent.*

The results of a control slaughter of Ukrainian Black-and-White bulls after their rejection as being lagged behind in growth have been presented.

Вступ. Використання групової клітки для безприв'язного утримання телят та молодняку великої рогатої худоби до 18-місячного віку дозволяє постійно утримувати тварин в однакових умовах, що важливо для невеликих ферм. Тому пошуки підвищення м'ясної продуктивності телят та молодняку великої рогатої худоби постійно проводилися в різні вікові періоди.

У багатьох наукових працях [1], [3], [5] показано, що від надремонтного молодняку молочних порід можна отримувати доволі непогані результати м'ясної продуктивності. Але дослідження в основному проводились в умовах великих спеціалізованих підприємств або комплексів, де згідно з циклограмами формувались технологічні групи і відповідно реалізовувались при досягненні планової живої маси.

У нинішніх умовах при невеликій потужності ферм з виробництва молока надремонтний молодняк складає 30-40 відсотків [2], [4]. Це потребує нових пошуків раціонального використання невеликого поголів'я надремонтного молодняку.

Мета досліджень: передбачити таку технологію умов утримання телят і молодняку в різні вікові періоди, за якої вони будуть знаходитись в одній груповій клітці до 18-місячного віку. Для цього в окремі періоди вибраковуються бички, які відстають у рості, що дозволяє додаткові площі

¹¹*Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Пікула О.А.

використовувати іншим.

Оцінка м'ясної продуктивності бичків української чорно-рябої молочної породи, які відстають у рості, дозволяє доповнити відомі дані про м'ясну продуктивність української чорно-рябої молочної породи. Результати м'ясної продуктивності вибракуваних бичків у 6-місячному віці показують, що можливо виробляти від надремонтного молодняку телятину, а при вибракунанні у віці 12 міс. отримувати молоду яловичину, результати забою бичків у 18 міс. розкривають потенційні можливості використання надремонтного молодняку української чорно-рябої молочної породи при виробництві яловичини.

Виклад основного матеріалу. Бички контрольної групи утримувались на прив'язі з 1- до 8-місячного віку, а дослідної – безприв'язно в груповій клітці. Оцінку м'ясної продуктивності бичків визначали у віці 6, 12 і 18 міс. по чотири тварини з кожної піддослідної групи, які вибракувувались за оцінкою найменшої живої маси. Крім того, у 18-місячному віці з кожної піддослідної групи було відібрано по 4 бички, у яких була найвища жива маса при реалізації. Забій проведено за технологією м'ясопереробних підприємств. За результатами контрольних забоїв визначали: масу парної туші, масу внутрішнього жиру, забійні показники.

У 6-місячному віці бички української чорно-рябої молочної породи, вибракунані як відсталі у рості, мали передзабійну живу масу при утриманні на прив'язі 137,7 кг, а бички при утриманні безприв'язно в групових клітках по 10 голів мали живу масу практично однакову з тваринами прив'язного утримання - 136,7 кг.

Маса парної туші в 6-місячному віці була в контрольній групі 65,3 кг, а у дослідній менше на 1 відсоток (різниця не вірогідна). Водночас виявлені суттєві відмінності щодо внутрішнього жиру залежно від умов утримання вибракуваних відстаючих у рості бичків. Так, у бичків, які утримувались на прив'язі до 6 міс. було відкладено по 6,4 кг внутрішнього жиру, а у бичків, які утримувались безприв'язно – менше на 26,6 відсотків (різниця вірогідна при $P \leq 0,01$).

Така перевага щодо меншого накопичення жирової тканини закономірна у бичків української чорно-рябої молочної породи, які утримувались безприв'язно в груповій клітці порівняно з тваринами прив'язного утримання. Постійний рух телят у межах групової клітки створював незначний моціон, що дозволяло прискорити окисно-відновні процеси. У результаті менше енергії корму на накопичення жирової тканини було втрачено бичками при безприв'язному утриманні до 6 міс.

У подальшому було встановлено, що такі значні відмінності у приростах внутрішнього жиру у бичків між піддослідними групами привели до різниці в забійній масі та забійному виході. Забійний вихід бичків (прив'язне утримання) досяг до 6-місячного віку 52,0%, а у бичків при безприв'язному утриманні – 50,76% (різниця вірогідна при $P \leq 0,05$).

Таким чином, вибракунання відстаючих у рості бичків у віці 6 міс. дозволяє отримати телятини (забійної маси) від кожної голови біля 70 кг. Умови утримання (прив'язне чи безприв'язне) до 6-місячного віку не справляють

суттєвого впливу, тому телята в молочний період знаходились в таких умовах годівлі, де основне – це молочні корми, і фактор годівлі став більшим ніж умови утримання.

Варто звернути увагу не тільки на те, що групові клітки і надалі будуть використовуватись для вирощування надремонтного молодняка, а й на те, що при різних умовах утримання бичків прирости живої маси значно відрізняються у піддослідних групах і відбиваються на показниках забою вибракуваних бичків у 12 міс.

Так, передзабійна жива маса контрольної групи бичків у 12-місячному віці досягла 250 кг, а дослідної більше на 7,08 відсотків (різниця вірогідна при $P \leq 0,05$).

У дослідній групі маса парної туші в середньому була 142,3 кг, що більше ніж у бичків контрольної на 12,8 відсотків. Передзабійна маса більша на 7,08%, маса парної туші – на 12,8%, а в результаті забійний вихід туші у бичків дослідної групи досяг 53,1% (різниця вірогідна при $P \leq 0,05$ порівняно з контрольною).

Перевага в накопиченні жирової тканини продовжувалась при утриманні бичків на прив'язі. Від кожного бичка на прив'язі отримали по 7,8 кг внутрішнього жиру; у групових клітках - по 5,4 кг (різниця вірогідна при $P \leq 0,01$ порівняно з контрольною групою).

При аналізі тенденції збільшення накопичення внутрішнього жиру встановлено, що бички, які відстають у рості за 180 днів добавили 1,4 кг (прив'язне утримання), а при безприв'язному – 0,7 кг. Але такої переваги в накопиченні внутрішнього жиру бичками за прив'язного утримання було недостатньо для перекриття переваги у масі парної туші.

Дослідження результатів забою бичків, які відставали у рості до 12-місячного віку, показують, що від кожного надремонтного бичка української чорно-рябої молочної породи можна отримати 134-148 кг забійної маси. Але для підвищення виробництва яловичини бажано вибрати безприв'язне утримання, тому що витрати енергії корму на накопичення внутрішнього жиру менш бажані, ніж збільшення маси парної туші.

За прив'язного утримання бички української чорно-рябої молочної породи до 18 міс. поступалися 40,8 кг за масою парної туші тим, які утримувались безприв'язно; різниця вірогідна при $P \leq 0,001$. У результаті забійний вихід туші у бичків дослідної групи був більшим на 5,3% ($P \leq 0,01$).

Перевага у накопиченні внутрішнього жиру при утриманні бичків на прив'язі полягала в тому, що відсутність руху привела до збільшення жирової тканини. Так, у середньому внутрішній жир досяг 18,1 кг. Це не тільки більше на 6,7 кг порівняно з безприв'язним утриманням, але й на 10,3 кг більше ніж у 12-місячному віці. Водночас різниця між внутрішнім жиром у бичків, які утримувались в групових клітках у 12- і 18-місячному віці склала всього 6 кг.

Такі відмінності щодо внутрішнього жиру між бичками контрольної і дослідної груп дещо зменшили різницю за загальною забійною масою (34,1 кг, $P \leq 0,001$), а за забійним виходом - тільки 3,2%; різниця вірогідна при $P \leq 0,05$.

У 18-місячному віці було проведено ще один забій бичків української чорно-рябої молочної породи, де відбір з контрольної та дослідної груп був зроблений у бичків, які мали найбільшу передзабійну живу масу. Встановлено, що найбільшу передзабійну живу масу мали бички при утриманні безприв'язно по 6 голів у груповій клітці (475,7 кг), їх аналоги за прив'язного утримання - 420,7 кг.

Маса парної туші кращих бичків у 18-місячному віці досягла 220,7 кг (контроль), а у дослідної групі більше на 23,7 відсотків. Якщо порівняти з відсталими в рості, то різниця між такими групами бичків складала 21,3 відсотків. Тенденція впливу способу утримання залежить від генетичних задатків бичків, як тих, що відстають у рості, і мають низькі ознаки м'ясної продуктивності, так і тварин з високими показниками.

Отже, за утримання бичків на прив'язі втрачається більше 20 відсотків маси парної туші порівняно з безприв'язним. В той же час кількість внутрішнього жиру у бичків за прив'язного утримання в кращих екземплярів досягла до 21,8 кг, що в 1,89 раза більше ніж у кращих бичків при безприв'язному утриманні.

У результаті при вірогідній різниці між піддослідними групами за забійною масою збережена вірогідна різниця ($P \leq 0,001$), а за забійним виходом різниця не вірогідна. Це тому, що співвідношення між передзабійною живою масою і забійною масою у піддослідних бичків суттєво не відрізнялось.

Такі результати дозволяють пропонувати товаровиробникам при виборі способу утримання використовувати інформацію за ринків яловичини. Можна регулювати технологію виробництва залежно від потреби продукції на ринку (жирну яловичину чи пісну), тоді утримують бичків на прив'язі чи безприв'язно. Основними показниками будуть: забійний вихід туші, загальна забійна маса (маса туші + маса внутрішнього жиру).

Вибракування відстаючих у рості бичків у різні вікові періоди відкривають нові підходи до інтенсифікації виробництва телятини і яловичини.

Вивчаючи динаміку забійного виходу туші та забійного виходу залежно від їх утримання з 6- до 18-місячного віку встановлено, що як за прив'язного, так і безприв'язного утримання з віком підвищується забійний вихід туші від 47,3% (дослід, 6 міс.) до 57,3% (дослід, 18 міс., кращі бички) при безприв'язному утриманні та при утриманні на прив'язі від 47,4% (контроль, 6 міс.) до 52,5% (контроль, 18 міс., кращі бички). Відповідні зрушення видно і щодо загального виходу.

Характерною особливістю формування загального виходу є те, що умови утримання бичків на прив'язі приводять до значного збільшення накопичення внутрішнього жиру - від 6,4 кг (6 міс.) до 21,8 кг (18 міс.) у кращих бичків - в 3,4 рази більше, а в їхніх аналогів при безприв'язному утриманні - в 2,4 рази.

Висновки. Доцільно утримувати бичків української чорно-рябої молочної породи невеликими групами до 6-місячного віку в клітці на 10 голів; з 6 до 12 міс. - в тій же клітці, але по 8 голів; з 12-місячного віку - по 6 голів. Це дозволяє при мінімальних затратах на переобладнання діючих будівель (один стандартний

модуль групової клітки) отримувати більше на 20 відсотків телятини та яловичини ніж за прив'язного утримання. Подальші дослідження доцільно проводити з метою встановлення впливу умов утримання на морфологічний склад м'якоті телятини і яловичини.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4673:2006. Велика рогата худоба для забою. Технічні умови: Держспоживстандарт України. К.: Національний стандарт України. Розробники: Г. Єресько, Г. Окольніча, А. Плотницька та ін. Розроблено: Інститут тваринництва УААН, Технологічний інститут молока та м'яса УААН, Національна асоціація виробників м'яса та м'ясопродуктів України "Укрм'ясо". Надано чинності 01.01.2009 р.
2. Маменко А.М., Кандыба В.Н., Бугаев Н.И. Формирование, прогнозирование и методы оценки качества мясной продукции животных. Х.: РИП «Оригинал», 1998. 256 с.
3. Прудников В.Г. Енергетична оцінка двостадійної технології інтенсивного вирощування бичків для виробництва яловичини. *Зб. наук. праць ВДАУ*. Вінниця, 2000. Вип. 8. Т.1. С. 82-85.
4. Свечин К.Б. Производство говядины и свинины. К.: Урожай, 1971. 252 с.
5. Угнівенко А.М., Колісник О.І., Кос Н.В. М'ясне скотарство України : підручник. К. : ЦП «Компринт», 2020. 535 с.

Давид ТОВПИГА¹²,
студент 2-го року навчання,
факультету технології виробництва і
переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЖИВА МАСА ТЕЛЯТ УКРАЇНСЬКОЇ ЧОРНО-РЯБОЇ МОЛОЧНОЇ ПОРОДИ ЗА НАРОДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ УТРИМАННЯ ЇХНІХ МАТЕРІВ

***Анотація.** Представлені матеріали по впливу утримання корів в сухостійний період в залежності від способу їх утримання на прив'язі разом з дійними коровами і в ізолюваних секціях безприв'язно на живу масу телят української чорно-рябої молочної породи та тривалість тільності. Встановлено доцільність утримання корів в період сухостою в ізолюваних секціях безприв'язно, а на прив'язі разом з дійними коровами небажано.*

¹²*Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Пікула О.А.

Annotation. *Materials concerning the influence on the cows keeping in the period before calving due to the methods of keeping them on a leash together with the milking cows and in the separate sections unleashed and the influence on the live weight Ukrainian Black and White dairy calves and the duration of calving cows unleashed the period before calving in the separate section has been proved; keeping them on a leash together with the milking cows is undesired.*

Вступ. Галузь молочного скотарства в Україні з кожним роком набуває все більшої популярності завдяки збільшенню продуктивності корів і стабільній ціні на молоко. Проте, не зважаючи на те, що відмічається зростання кількості підприємств, які займаються розведенням високопродуктивних корів, однією з основних проблем господарств України залишається низький рівень їх відтворної здатності. Основною причиною зниження реалізації репродуктивного потенціалу корів є неплідність, яка обумовлює зниження виходу телят, подовження тривалості сервіс-періоду та недоотримання молока [1, 3, 4].

Відтворна здатність тварин є однією з найважливіших господарсько-біологічних і селекційних ознак. За останні роки показники відтворення великої рогатої худоби в Україні мають тенденцію до зниження. Це проявляється зменшенням виходу телят, подовженням часу настання першої статевої охоти, сервіс-періоду, зменшенням кількості корів, які запліднюються після першого осіменіння. Науково доведено, що вплив спадковості на показники відтворної здатності низький, а між молочною продуктивністю корів та їх репродуктивною здатністю є від'ємна кореляція. Відтворення – це важливий біологічний процес, що є основою забезпечення рентабельного тваринництва. Відтворна здатність корів є однією із найбільших проблем сучасного молочного скотарства. Її ефективність значною мірою залежить від інтенсивності відтворення стада, яке відчутно впливає як на виробництво молока, так і на темпи генетичного прогресу селекційних ознак, які мають економічне значення [2].

Консолідація української чорно-рябої молочної породи потребує вивчення впливу різних умов утримання корів в сухостійний період на розвиток телят в останні місяці ембріонального, що підтверджується їх живою масою при народженні.

Встановлено, що не лише умови утримання корів в сухостійний період, але і тривалість сухостійного періоду та тільності суттєво впливають на інтенсивність ембріонального та раннього постембріонального розвитку телят.

Виклад основного матеріалу. Піддослідні групи корів були сформовані в кількості 40 голів при запуску та виділені в дві групи, які утримувались: контрольна група на прив'язі разом з дійними коровами і дослідна – безприв'язно в ізольованих секціях. Умови годівлі, механізація трудомістких процесів та обслуговування тварин були єдиними.

Вивчались такі показники: жива маса корів при запуску (кг), тривалість сухостою (днів), середньодобові прирости живої маси (г), приріст живої маси за період сухостою (кг), жива маса телят при народженні (кг), тривалість тільності

(днів).

Дослідження показали, що умови утримання сухостійних корів практично не впливає на тривалість сухостійного періоду (табл.1).

Таблиця 1

Вплив умов утримання корів української чорно-рябої молочної породи на ріст новонароджених телят та тривалість ембріогенезу, n=20

Показник	Сухостійні корови, утримання на прив'язі разом з дійними коровами (контроль)	Сухостійні корови, утримання безприв'язне в ізольованих секціях (дослід)
Жива маса корів при запуску, кг	522,1±11,48	523,3±11,62
Тривалість сухостою, днів	51,5±1,61	52,0±1,22
Середньодобові прирости живої маси корів, г	959±33,4	1168±41,2***
Приріст живої маси корів за період сухостою, кг	49,7±2,68	60,7±2,51**
Жива маса телят при народженні, кг	33,9±1,20	43,2±1,09***
Тривалість тільності, днів	291±1,39	281±1,21***

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

З даних таблиці 1 видно, що корови дослідної групи випереджають тварин контрольної групи за середньодобовими приростами на 209 г. Від корів, що утримуються на прив'язі разом з дійними, народжуються телята живою масою 33,9 кг, що на 9,3 кг менше (43,2 кг) від живої маси телят, народжених коровами дослідної групи, за вірогідної різниці $P < 0,001$.

Тривалість тільності більша в контрольній групі (291 день), порівняно з дослідною на 10 днів. Різниця вірогідна за $P < 0,001$. Таким чином, встановлено, що умови утримання корів у сухостійний період суттєво впливають на формування приплоду та тривалість тільності. Порівняльна схема впливу умов утримання сухостійних корів за прив'язного утримання у співвідношенні з безприв'язним утриманням (рис. 1) свідчить, що показники середньодобових приростів живої маси корів, приростів живої маси корів за період сухостою та живої маси телят за народження мають перевагу за безприв'язного утримання над аналогічними показниками за прив'язного утримання, що сприяло скороченню тривалості тільності.

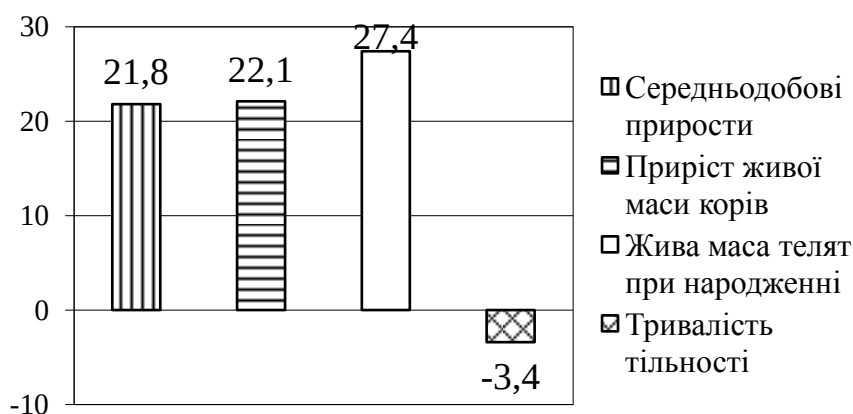


Рис. 1. Порівняльна схема впливу умов утримання сухостійних корів при прив'язному утриманні по відношенню до безприв'язного утримання.

Тривалість тільності більша в контрольній групі (291 день), ніж в дослідній (281 день). Різниця вірогідна при $P \leq 0,001$.

Порівняльна схема впливу умов утримання сухостійних корів при прив'язному утриманні по відношенню до безприв'язного утримання показує, що показники середньодобових приростів живої маси корів, приростів живої маси корів за період сухостою та живої маси телят при народженні мають перевагу при безприв'язному утриманні над аналогічними показниками при прив'язному утриманні, що призвело до скорочення тривалості тільності.

Таким чином, встановлено, що умови утримання корів в сухостійний період суттєво впливають на формування приплоду та тривалість тільності. Крім того, важливо було встановити вплив умов утримання корів в сухостійний період на ріст теличок та бичків в ембріональний період.

Висновки: 1. Жива маса телят української чорно-рябої молочної породи при народженні залежить від умов утримання їх матерів в сухостійний період, це вищі прирости живої маси корів, які утримувались безприв'язно в ізольованих секціях.

2. Доцільно вивчити прирости живої маси телят до 6-місячного віку української чорно-рябої молочної породи в залежності від умов утримання їх матерів в сухостійний період.

Список використаних джерел

1. Зубченко В. В. Особливості організації відтворення молочного стада у сільськогосподарських підприємствах. *Економіка та управління АПК*. 2014. № 2. С. 57-62.

2. Лади́ка В. І., Бондарчук Л. В. Молочне тваринництво України: стан та перспектива. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. Вип. 2 (2). С. 3-9.

3. Скотарство. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geograf.com.ua/glossary/suspilno-geografichni-termyny/skotarstvo>

4. Федорович Є. І., Сірацький Й. З. Вплив тривалості сухостійного, сервіс- і міжотельного періодів на молочну продуктивність корів західного внутрішньопородного типу чорно-рябої породи. *Тваринництво України*. 2005. № 1. С. 16-18.

Дарина КРИШТАЛЬ¹³,
студентка 1-го року навчання,
факультету технології виробництва
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СВІЙСЬКОЇ ПТИЦІ

***Анотація.** В статті наведено основні анатомо-фізіологічні особливості свійської птиці. Розуміння анатомії та фізіології птахів, а також різних систем тіла птахів необхідно, коли потрібно зрозуміти, як працює або функціонує домашня птиця. Знання анатомії птахів (частин тіла) та фізіології (функції тіла) дають змогу птахівництву максимізувати продуктивність птахів та підтримувати належні умови вирощування. Птахівство одомашнило ряд птахів, включаючи курей, індиків, качок, гусей, голубів і цесарок. Промислове виробництво має особливі та жорсткі вимоги до птиці. Щоб її інтенсивне використання не завдало шкоди організму, потрібні знання з анатомії птиці.*

***Annotation.** The main anatomical and physiological features of poultry are presented in the article. Understanding the anatomy and physiology of birds, as well as the various body systems of birds, is useful when you need to understand how a poultry works or functions. Knowledge of bird anatomy (body parts) and physiology (body functions) allows poultry farmers to maximize bird productivity and maintain proper rearing conditions. Poultry has domesticated a number of birds, including chickens, turkeys, ducks, geese, pigeons and guinea fowl. Industrial production has special and strict requirements for poultry. Knowledge of bird anatomy is required so that its intensive use does not harm the body.*

***Вступ.** Птахи - клас хребетних тварин, тіло яких вкрите пір'ям, а передні кінцівки перетворені на крила. Їх об'єднують в один надклас із рептиліями (Sauropsida – ящероподібні), оскільки вони мають багато спільного у будові тіла (відсутність залоз на тілі, розвиток рогових утворень тощо). Птахи, як і інші тварини, мають ряд систем організму, які діють незалежно або один з одним для підтримки нормальної діяльності та функціонування тварини в цілому. Кожна з цих систем організму складається з органів, які є особливими структурами, пристосованими для виконання певних видів діяльності або функцій.*

Кожен орган, у свою чергу, складається з тканин, які складаються з різних типів клітин, які в кінцевому рахунку забезпечують засоби для органів і систем для виконання їх діяльності та функцій. Вивчення анатомії — це вивчення будови різних клітин, тканин, органів і систем. Знання цих структур допомагає зрозуміти, як вони функціонують або діють за звичайних обставин.

¹³ *Науковий керівник: старший викладач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ, Колечко А.В.

Виклад основного матеріалу. В даний час існують високопродуктивні породи гусей та качок. В основному вони використовуються у фермерських господарствах та приватних подвір'ях. При вирощуванні максимально використовуються дешеві корми (харчові відходи, зелена трава, різні коренеплоди), при вигулах на пасовищах та водоймах птах задовольняє потребу в поживних речовинах на 50%.

Однією з найбільших сільськогосподарських птиць, що вирощується в Україні, є індички. Маса самців сягає 20 кг, самок 10-12 кг. Їхнє м'ясо відрізняється високим вмістом білка (до 25 %) і низьким вмістом жиру, що робить його цінним дієтичним продуктом.

Перепелів розводять здебільшого у фермерських господарствах з метою виробництва яєць, що відрізняються високими поживними властивостями. Використовують і м'ясо цього птаха. Існують яєчні, м'ясні та яєчно-м'ясні породи.

Цесарки – близькі родичі домашніх курей, індичок та перепелів. Розводять їх для отримання смачного дієтичного м'яса, відмінних за якістю яєць, а також для боротьби зі шкідниками - черв'яками, слимаками та комахами. Однак у зв'язку з особливостями характеру (здатність до польоту, стадність, галасливість, небажання мчати в штучних гніздах) їх виробництво досить складне.

Все більше в нашій країні з'являється страусиних ферм. В основному розводять африканського чорного страуса та страуса Ему. Страуси великі птахи можуть досягати до 200 кг. Вони відносяться до підкласу безкільових. Це птахи, що не літають. Їх м'ясо відрізняється низькою калорійністю, невеликим вмістом холестерину, а також корисним для організму людини набором жирних кислот. Страусине м'ясо містить у півтора рази менше холестерину і в дев'ять разів менше жиру, ніж, наприклад, яловичина, і не поступається їй до смаку. Страусина шкіра має високі споживчі властивості і використовується виробниками та дизайнерами через свою неповторну фактуру, зносостійкість, гнучкість і стійкість до намокання. Страусячі яйця можуть важити від 1 кг до 1,5 кг. Вони відрізняються низьким вмістом холестерину і ненасичених жирних кислот. Страусове пір'я використовується для прикрас і в побуті.

Скелет птахів характеризується двома основними властивостями: міцністю та легкістю. Як і скелет ссавців, скелет птахів не тільки їх опора, він виконує і ряд інших функцій: трофічну, кровотворну, імунну та електролітичну. Багато кісток скелета пневматизовані, тобто мають усередині порожнини, заповнені повітрям. Це зумовлено характером пересування птахів у повітряному чи водному середовищі. Пневматичні кістки важливі для дихання курки. Це порожнисті кістки, які з'єднані з дихальною системою курки і важливі для того, щоб курка могла дихати. Прикладами пневматичних кісток є череп, плечова кістка, ключиця, кіль (грудина), тазовий пояс, а також поперекові та крижові хребці. Мозкові кістки є важливим джерелом кальцію для несучок. Кальцій є основним компонентом яєчної шкаралупи, і курка мобілізує 47% кальцію свого організму для створення яєчної шкаралупи. Прикладами мозкових кісток є гомілка, стегно, лобкові кістки, ребра, ліктьова кістка, пальці ніг і лопатка.

В тілі курки є три типи м'язів: гладка, серцева та скелетна. Гладкі м'язи контролюються вегетативною нервовою системою (ВНС) і знаходяться в кровоносних судинах, шлунку, кишечнику та органах. Серцевий м'яз - це спеціалізований м'яз серця. Скелетні м'язи — це тип м'язів, що відповідають за форму птиці та за її довільний рух. Це тип м'язів, з якого складається їстівна частина туші. Найціннішими скелетними м'язами туші птиці є грудка, стегно і гомілка.

Для черепа птахів характерна наявність сильно розвинених незамкнених орбіт, що пов'язана з гарним розвитком зору, а також редукція зубів. Череп птахів ділиться на два відділи — мозковий та лицьовий. До мозкового відділу входять кістки, які формують стінки черепної порожнини. Збільшення головного мозку у птахів у порівнянні з рептиліями стало причиною сильного розвитку мозкової порожнини. Зсередини вона гладка, тому що на півкулях мозку немає звивин та борозен. На відміну від ссавців, черепна порожнина птахів не заходить далі очниць. У ній розрізняють дві ямки: попереду - ямка великого мозку, ззаду - ямка мозочка. Нюхова ямка відсутня. До складу мозкового відділу черепа входять: непарні потиличні, клиноподібна, решітчаста і парні тім'яні, лобові, скроневі кістки. У птахів відсутня міжтім'яна кістка.

Лицьовий відділ черепа за обсягом менше мозкового, але влаштований складніше. Він утворює стінки носової порожнини, ротоглотки та кісткову основу для дзьоба. До складу лицьового відділу входять: парні кістки - різцеві, верхньощелепні, носові, слізні, піднебінні, вилицеві, крилоподібні, квадратні, нижньощелепні; непарні кістки - сошник і під'язикова кістка. Нижня щелепа приєднується до мозкового відділу через квадратну кістку. Остання рухомо з'єднана не тільки з нижньощелепною, але і з скроневою кісткою. Верхня щелепа при з'єднанні з лобовими та носовими кістками зберігає рухливість, тому у птахів виражена не верхня, а нижня дуга, рухомо поєднана своїм абсоральним кінцем з квадратною кісткою. Піднебінні відростки верхньощелепних кісток між собою не зростаються, тому в твердому небі є щілина, через яку носова порожнина повідомляється з ротоглоткою. Хребетний стовп птахів, крім шийного відділу, малорухливий. В області шиї кількість хребців у птахів більша, ніж у ссавців, на їх довжину припадає 50-52% від усієї довжини хребта (таблиця 1). Завдяки цьому досягається кілька цілей: є можливість здійснювати різні маніпуляції - чистити пір'я, добувати корми, захищатися, рухом голови і шиї переміщати свій центр тяжкості, крім того, міжхребцеві диски шиї та суглобові хрящі під час приземлення відіграють роль буферів і запобігають струсу мозку.

Грудну клітину формують грудні хребці, ребра та грудна кістка. У птахів вона вкорочена і малорухлива, тому що в області з'єднання грудних хребців часто зустрічаються анкілози, що призводять до утворення так званої спинної кістки. Ребра мають довгі гачкоподібні відростки, які розташовані дорсокаудально і з'єднуються з наступним ребром. У птахів немає реберних хрящів, а кісткові ребра діляться на дорсальні та вентральні частини.

Таблиця 1

Кількість хребців у різних відділах хребетного стовпа у свійської птиці

Вид птиці	Відділ хребетного стовпа				
	Шийний	Грудний	Поперековий	Крижовий	Хвостовий
Кури	13-14	7	1-2	2	8-9
Качки	14-16	9	1-2	2	9-10
Гуси	17-18	9	1-2	2	9-10
Індички	14	7	1-2	2	8-9

Хвостовий відділ хребетного стовпа вкорочений і закінчується пигостилом - останніми хвостовими хребцями, що зрослися. Пігостиль має вигляд вузької лемешоподібної кісточки, вигнутої дорсально, він служить для закріплення рульового пір'я.

На відміну від домашніх ссавців скелет грудної кінцівки перетворився на птахів у крило. Плечовий пояс птахів складається з трьох кісток: лопатки, ключиці та коракоїдної кістки. На вільній грудній кінцівці, що складається з плечової кістки та кісток передпліччя, кисть не виділяють, тому що вона сильно редукована. Кістки передпліччя представлені променевою та ліктьовою кістками, причому остання більш розвинена. Кістки зап'ястя та п'ясті частково редукуються і зростаються в одну зап'ястково-п'ясткову кістку, або пряжку. Розвиваються лише другий, третій та четвертий пальці. Більш повно виражений третій, який складається з рудиментів двох фаланг, що зрослися.

Фізіологія птахів своєрідна і тісно пов'язана з активними труднощами польоту. Птахи мають вищу температуру тіла і більш високі обмінні процеси, ніж інші організми. Їх дихальна система сильно модифікована, щоб забезпечити ефективне надходження кисню в організм під час польоту. Серце перекачує кисень у систему кровообігу для доставки важливих сполук по всьому тілу. Птахи нагріваються за рахунок тепла, що виділяється їх метаболізмом. Їхня висока температура тіла сприяє прискоренню рефлексів і м'язових скорочень птахів, які є важливими атрибутами для польоту. Багато птахів мають особливу травну систему, засновану на їх особливому раціоні та речовинах, які необхідні для перетравлення. Дихальна система птахів, в основному, повністю відрізняється від дихальної системи ссавців. Дихальна система птахів складається з ніздрів, дихального отвору, бронхів, двох невеликих легень і мережі взаємопов'язаних повітряних мішків. Процес циркуляції повітря через тіло птахів має два цикли дихання в одному напрямку. Цей процес можна розділити на чотири етапи. Більшість птахів вдихають повітря через ніздрі, яке проходить через дихальну трубу. На першому етапі дихального циклу птахи вдихають повітря через ніздрі, яке проходить над дихальним отвором, первинними бронхами і закінчується в задніх повітряних мішках. На другому етапі птах видихає і вдихає повітря з попереднього вдиху, що проходить із заднього повітряного мішка в легені. Під час цього етапу відбувається обмін киснем повітря з CO₂ в крові. На третьому етапі птах знову вдихає, і повітря всередині легень потрапляє в передні повітряні мішки, розташовані біля передньої частини тіла, а свіже вдихне повітря передається в задні повітряні

мішки. На останньому етапі птах видихає вдруге, і повітря транспортується з передніх повітряних мішечків через дихальну трубу. Кровоносна система птахів має бути дуже важливою, оскільки вона допомагає регулювати дихальну систему та метаболізм птахів. Кров відповідає за перенесення важливих сполук, таких як жири, глюкоза та інші метаболічні відходи по всьому організму. Щоб забезпечити транспортування таких сполук, тіла птахів прокачують великі обсяги крові. Кров відіграє головну роль у транспортуванні кисню та CO₂ по всьому організму та регуляції дихальної системи. Птахи зазвичай мають більші серця, ніж ссавці, які мають менші розміри. У них також вища метаболічна частота серцевих скорочень, ніж у ссавців, 160-360 ударів на хвилину. У маленьких птахів частота серцевих скорочень може досягати 1200 ударів на хвилину. Більша частина крові надходить до основних органів, таких як печінка, нирки, легені та кишечник. Метаболізм визначається як набір хімічних реакцій, які підтримують життя птаха і відіграють важливу частину фізіології птаха. Птахи мають високу швидкість метаболізму в порівнянні з іншими тваринами та організмами. Видільна система існує у всіх птахів, щоб сприяти виведенню багатих азотом мінералів, а також інших продуктів життєдіяльності. Обмін азотом корисний для птахів і рептилій, оскільки їх організм здатний виводити ці відходи з мінімальною втратою води.

Висновки. Анатомія птахів, або фізіологічна будова тіла птахів, демонструє багато унікальних пристосувань, здебільшого сприяючи польоту. Птахи мають легку кісткову систему і легку, але потужну мускулатуру, яка разом із кровоносною та дихальною системами, здатні до дуже високої швидкості обміну речовин і постачання киснем, дозволяє птахам літати. Розвиток дзьоба привів до еволюції спеціально пристосованої травної системи.

Список використаних джерел

1. Kardong, Kenneth V. (2019). *Vertebrates : comparative anatomy, function, evolution (8th ed.)*. New York, NY. pp. 313–321.
2. Tobalske, Bret W (2016). Evolution of avian flight: muscles and constraints on performance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 371 (1704): 20150383. doi:10.1098/rstb.2015.0383
3. Рудик С.К., Павловський Ю.О., Криштофорова Б.В. Анатомія свійських тварин. Київ. Аграрна освіта, 2001. 575 с.

Тетяна ВІНТУЛА¹⁴,
студентка 4-го року навчання,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ВІКУ ПЕРШОГО ОСІМЕНІННЯ НА МОЛОЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ

***Анотація.** Метою досліджень було проведення аналізу впливу віку першого осіменіння корів на їх продуктивність. Одержання максимальної молочної продуктивності від корів і високоякісної сировини та майбутньої продукції з мінімальними витратами є першочерговою проблемою в Україні. Поряд із цією не менш важливою проблемою сучасного молочного скотарства є відтворювальна здатність корів, ефективність якої значною мірою залежить від рівня інтенсивності відтворення стада, яке відчутно впливає на виробництво молока*

***Annotation.** The aim of the study was to analyze the effect of the age of the first insemination of cows on their productivity. Getting maximum dairy productivity from cows and high-quality raw materials and future products with minimal costs is a priority in Ukraine. Along with this equally important problem of modern dairy farming is the reproductive capacity of cows, the effectiveness of which largely depends on the level of intensity of reproduction of the herd, which significantly affects milk production*

Вступ. Молочне скотарство – одна із стратегічних галузей тваринництва України, що визначає продовольчу безпеку держави, якість харчування населення та має високий експортний потенціал.

Факторами, що негативно впливають на ефективність селекції у молочному скотарстві, є низький рівень відтворення тварин на фоні зниження чисельності поголів'я і росту продуктивності тварин. Молочна продуктивність корів залежить від ряду чинників, серед яких відтворювальна здатність. З огляду на дану проблему у популяціях молочних порід сучасні програми селекції молочної худоби поряд із підвищенням молочної продуктивності корів повинні обов'язково включати питання поліпшення їх відтворювальної здатності. Лише високі показники продуктивності тварин, поєднані з оптимальною відтворною здатністю, можливе рентабельне виробництво. Тому дослідження взаємозв'язку відтворювальної здатності та продуктивності корів є актуальним завданням молочного скотарства.

^{14*}Науковий керівник: к. с.-г. н., доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі ВНАУ, Разанова О.П.

Виклад основного матеріалу. Темпи відтворення великої рогатої худоби залежать від віку першого парування телиць та першого отелення корів. Даний чинник має значний вплив як на продуктивність, так і на селекційні ознаки тварин. Тому, при організації відтворення у період вирощування ремонтних телиць, віку першого осіменіння потрібно приділяти значну увагу. Вік першого отелення телиць також чинить певний вплив на тривалість господарського використання корів.

Красота В.Ф. стверджує, що раннє настання статевої зрілості телиць і можливість раннього використання їх для відтворення в умовах сучасної інтенсивної технології виробництва молока має важливе економічне значення. Воно дозволяє збільшувати термін продуктивного використання тварин і отримувати від них більше продукції. При першому осіменінні у віці від 12 до 14 місяців телиці мали найвищий індекс осіменіння (1,72), від моменту першого осіменіння до плідного запліднення у них проходило в середньому 27,3 дня [3].

За результатами проведених досліджень в умовах ДП ДГ «Нова Перемога» Любарського району Житомирської області встановлено, що оптимальним віком першого осіменіння корів української чорно-рябої молочної породи становить 16,1–18 місяців. Корови-первістки, корови за II і III лактації за такого терміну плідного парування характеризувалися найвищими надоями та кількістю молочного жиру. Коефіцієнти кореляції між віком першого осіменіння корів, надоем і кількістю молочного жиру були незначними і від'ємними – $-0,071\dots-0,029$ та $-0,064\dots-0,047$ відповідно. Залежно від лактації частка впливу віку першого осіменіння корів української чорно-рябої молочної породи на їх надій становила $9,92\dots13,02$, на вміст жиру у молоці – $5,47\dots6,89$ та на кількість молочного жиру – $9,87\dots12,28\%$ [4].

Вік першого отелення залежить від скоростиглості тварин: телиць скоростиглих порід при нормальному їх розвитку запліднюють у ранньому віці (14–15 місяців), телиць пізньостиглих порід – у більш пізньому віці (20–22 місяці). У середньому перше осіменіння телиць проводять в 16–18-місячному віці. При першому заплідненні враховують живу масу і розвиток тваринного організму

Оптимальним віком першого отелення корів вважається такий, за якого тварини забезпечують високу довічну продуктивність, починаючи з першої лактації, за умов збереження доброго стану здоров'я та низьку собівартість продукції. За однакових умов вирощування, годівлі і утримання оптимальний вік першого отелення корів залежить від їх породних і індивідуальних особливостей [1].

Показники відтворювальних і продуктивних якостей телиць залежать не тільки від віку, але й від маси тварини у період першого плідного осіменіння. Для чорно-рябої голштинізованої худоби оптимальним показником віку і маси тіла телиць при першому осіменінні можна вважати 18 місяців і 360 кг живої маси. При нижчих показниках під час осіменіння телиць телята народжуються

живою масою нижче планового показника, а удій за першу лактацію нижче показника для чорно-рябої голштинізованої худоби [2].

Молочна продуктивність корови під час лактації пропорційна кількості секреторних клітин, що знаходяться у вимені. Розрахунки Н.С. Яковчик показали, що кореляція між помісячною живою масою ремонтних телиць та їх подальшою продуктивністю за 100, 200 і 305 діб першої лактації з віком підвищується і за 16–17 місяців першого осіменіння становить відповідно 0,3–0,34–0,33. Тому за рівнем живої маси, досягнутої тваринами у 16–18-місячному віці, можна попередньо прогнозувати подальшу молочну продуктивність [5].

Висновки. Встановлено залежність молочної продуктивності від віку їх першого осіменіння і першого отелення. Найвищими надоями характеризувалися корови, яких вперше осіменяли у віці 16-18 місяців. Оптимальним віком першого отелення корів є такий, за якого тварини забезпечують високу довічну продуктивність, починаючи з першої лактації, за умов збереження доброго стану здоров'я та низьку собівартість продукції. За однакових умов вирощування, годівлі і утримання оптимальний вік першого отелення корів залежить від їх породних та індивідуальних особливостей.

Список використаних джерел

1. Гавриленко М., Шарапа Г. Вирощування телиць. *Agroexpert*. 2009. № 1 (6). С. 28-30.
2. Делян А., Івашков А. Вплив віку першого отелення на продуктивність і довголіття корів. *Молочне та м'ясне скотарство*. 1999. № 8. С. 14-17.
3. Красота В.Ф., Попов В.П., Скрипниченко Г.Г. Зв'язок інтенсивності росту телиць з їх майбутньою продуктивністю. *Зоотехнія*. 1993. № 10. С. 3-5.
4. Шуляр А.Л. Вплив віку першого осіменіння та першого отелення корів на їх молочну продуктивність. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109. Ч. 2. С. 155-161.
5. Яковчик Н.С., Лапотко А.М. Годівля та утримання високопродуктивних корів. М., 2005. 287 с.

Назар ВІКАРЧУК¹⁵,
студент магістратури,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗВЕДЕННЯ БЕЛЬГІЙСЬКОЇ БЛАКИТНОЇ ПОРОДИ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ В УМОВАХ ТОВ «ЛАЙВСТОК4ЕКСПОРТ»

***Анотація.** Наведено результати досліджень щодо росту відгодівельного молодняку різних м'ясних порід в умовах господарства «Livestock4Export». Досліджували показники інтенсивності росту. Тривалість відгодівлі у бугайців породи лімузин, симентальська та абердин-ангуська 116 днів, бельгійська блакитна – 58 днів. Середньодобові прирости бугайців у лімузинів становили 646 г, сименталів – 635 г, абердин-ангусів – 675 г, бельгійської блакитної – 1712 г.*

***Abstract.** The results of research on the growth of fattening young animals of different breeds in the conditions of the farm "Livestock4Export" are presented. Growth intensity indicators were studied. The duration of fattening in limousines, Simmental and Aberdeen-Angus bulls is 116 days, Belgian blue - 58 days. The average daily gain of bulls in limousines was 646 g, Simmentals - 635 g, Aberdeen-Angus - 675 g, Belgian blue - 1712 g.*

Вступ. Однією з важливих проблем діяльності аграрного сектору України є виробництво м'яса. Ринок м'яса являє собою важливу складову продовольчого ринку країни, від стабільності функціонування якого значною мірою залежать рівень життя населення та забезпечення продовольчої безпеки країни.

В Україні (за даними FAO) у 2020 року було вироблено м'яса усіх видів 2 567 тис. тонн (у 2019 році 2 521 тисяча тонн), з них яловичини – 343 тис. тонн (на 7,3% менше порівняно з 2019 р.).

Чисельність поголів'я великої рогатої худоби у світі становить близько мільярда голів, частка України становить близько 3 %. Протягом 2015-2021 рр. в Україні спостерігається спад поголів'я великої рогатої худоби на 26% [1]. Утримання великої рогатої худоби на 64,9% зосереджено в особистих підсобних господарствах, на 35% – у сільськогосподарських підприємствах та на 3,6% – у селянсько-фермерських господарствах. За 2020 р. в Україні реалізовано на забій 1987,6 тис. голів великої рогатої худоби, що на 6,6% менше, ніж за попередній рік [4].

М'ясне скотарство забезпечує близько 55% світового виробництва яловичини. У світі питома частка великої рогатої худоби м'ясних порід становить 40% поголів'я. У країнах-лідерах з виробництва яловичини

¹⁵ *Науковий керівник - кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі Скоромна О.І.

співвідношення молочних та м'ясних корів 1:3, в Україні – на 191 гол. молочну одна м'ясна. Чисельність м'ясного поголів'я у нашій країні за 2018 р. зменшилося на 21,3 % порівняно з даними 2014 року. Середня забійна маса однієї голови худоби в Україні становить 295 кг (на сільськогосподарських підприємствах – 386 кг).

Генофонд м'ясної худоби в Україні охоплює 12 порід та внутрішньопородних типів. Серед м'ясних порід великої рогатої худоби найбільшу питому вагу мають породи: абердин-ангуська – 23,1%, поліська та волинська м'ясні – 21,9%, південна м'ясна – 10%, українська м'ясна – 6,4%, симентальська м'ясна – 5,6%, інші м'ясні породи – від 0,5 до 3,5 % [2].

Забезпечення збільшення виробництва яловичини можливе за рахунок розширення племінної бази м'ясного спеціалізованого скотарства. Великим інтересом і популярністю користується така порода м'ясного спрямування як бельгійська блакитна [3, 4]. Порода виводилася у результаті схрещування червоно-рябих і чорно-рябих корів молочного напрямку з биками шортгорської м'ясної породи. У 1960 роках виявили мутацію гена «подвійної мускулатури» – міостатину, і з'явився сучасний тип бельгійської блакитної, як м'ясної породи великої рогатої худоби [8, 10]. Тварини даної породи мають «подвійну мускулатуру» [2]. Найбільше використовується бельгійська блакитна у Бельгії, Франції, Німеччині, в яких зосереджено близько 61% світового поголів'я даної породи. Середньодобовий приріст у теличок від 900 до 1400 г, бичків – 1200-1800 г. Маса бугаїв у 1,5 року досягає 740 кг [12].

Бельгійська блакитна має гарні м'ясні показники (забійний вихід м'яса з туші становить 67-80%), а отримана яловичина відрізняється ніжною консистенцією, соковитістю і мінімальними прошарками [6, 13].

Корови бельгійської блакитної на противагу коровам інших м'ясних порід є скороспілими, вони швидше досягають статевої та господарської зрілості. Перший отел у них зазвичай настає у віці 29-30 місяців, інколи у 24 міс. Тільність триває 282 дні (♂) або 281 день (♀).

Основним мінусом породи є невисока плодючість корів (60–65%) та важкий отел [3]. Корови даної породи мають досить вузький таз, а телята народжуються великими, й тому це унеможлиблює нормальний перебіг пологів і багато господарств практикують кесарів розтин [11]. Нині у багатьох країнах світу проводяться дослідження щодо промислового схрещування бельгійської блакитної породи з голштинською [7]. Отримані результати показують збільшення у потомків живої маси на 4-5% та виходу м'яса – на 8%.

Мета роботи – визначення ефективності відгодівлі молодняку кросів бельгійської блакитної породи в умовах господарства «Livestock4Export».

Виклад основного матеріалу. Господарство «Livestock4Export» закуповує молодняк бичків живою масою від 60 до 120 кг, телички – 55-115 кг. Відгодовують тварин до досягнення ними живої маси 300-400 кг, а потім реалізують у живій вазі за кордон.

В умовах господарства «Livestock4Export» досліджували показники інтенсивності росту бичків на відгодівлі 4 порід: лімузин, симентальська,

абердин-ангуська та бельгійська блакитна. Тривалість відгодівлі у бугайців породи лімузин, симентальська та абердин-ангуська 116 днів, бельгійська блакитна – 58 днів.

За досліджувані періоди відгодівлі бугайців у лімузинів абсолютний приріст становив 75 кг, сименталів – 73,7 і абердин-ангусів – 78,3 кг. За отриманого приросту живої маси за 116 днів відгодівлі середньодобові показники склали відповідно 646 г, 635 і 675 г. На кінець відгодівлі (166 днів) породи лімузин, симентальська та абердин-ангуська мали живу масу 272,4 кг, 276,2 і 276,9 кг відповідно (табл. 1).

Бугайці бельгійської породи ставились на відгодівлю зі значно меншою живою масою порівняно з тваринами лімузинської породи на 28,5 кг, симентальською – на 33,6 кг і абердин-ангуською – на 29,7 кг. Бельгійські блакитні бугайці характеризувалися інтенсивнішим ростом і за 58 днів вирощування мали вищі середньодобові прирости. Перевага над аналогами інших порід становила 1066 г, 1077 і 1037 г відповідно. Отримані досить високі середньодобові показники дали можливість за значно коротший термін відгодівлі (58 днів проти 116 днів) отримати вищий абсолютний приріст – 99,3 кг.

Таблиця 1

Інтенсивність росту відгодівельних бугайців м'ясних порід в умовах господарства "Livestock4Export"

Порода	Жива маса, кг		Тривалість відгодівлі, днів	Абсолютний приріст, кг	Середньодобовий приріст, г
	початок відгодівлі	кінець відгодівлі			
Лімузин	197,4	272,4	116	75	646
Симентальська	202,5	276,2	116	73,7	635
Абердин-ангуська	198,6	276,9	116	78,3	675
Бельгійська блакитна	168,9	268,2	58	99,3	1712

Отримані високі середньодобові прирости живої маси відгодівельних бугайців у господарстві "Livestock4Export" зумовлені особливою технологією годівлі. Годують тварин спеціальним комбікормом (табл. 2) – 90% та соломою – у межах 10%.

Таблиця 2

Склад комбікорму

Складові	Показник, кг/т
Премікс	20.00
Шрот соняшниковий	70.00
Макуха соєва	35.00
Пшениця	190.00
Барда спиртова	150.00
Кукурудза	270.00
Ячмінь	150.00
Олія соняшникова	5.00
Висівки	110.00

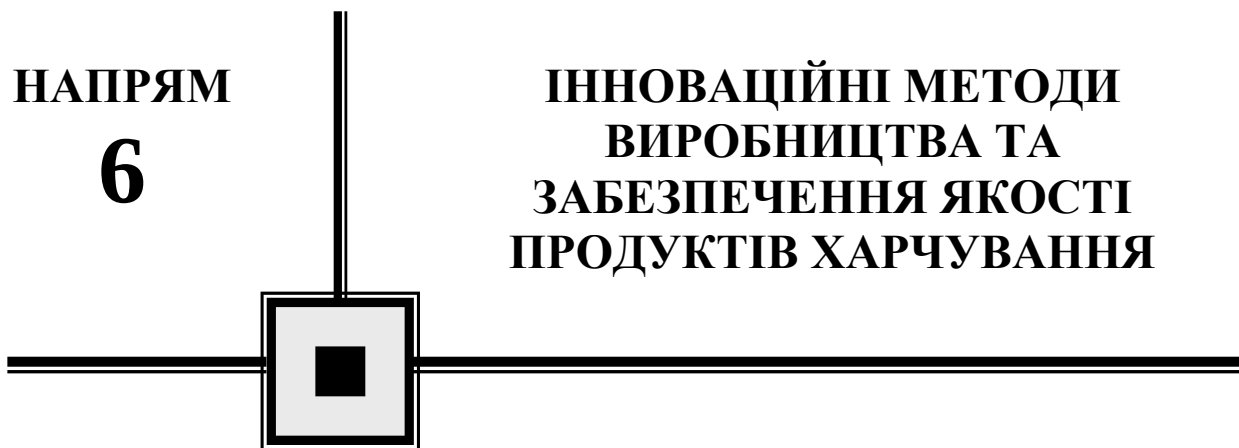
Висновки. Перевага тварин бельгійської блакитної над аналогами інших м'ясних порід за середньодобовими приростом становила у лімузинів 1066 г, сименталів – 1077 г та абердин-ангусів – 1037 г. За 58 днів проти 116 днів в інших бугайців м'ясних порід отримано вищий абсолютний приріст – 99,3 кг. У господарстві "Livestock4Export" для годівлі бугайців використовують у раціоні 90% спеціального комбікорму, 10% – солома.

Список використаних джерел

1. Немцева Ю. Поголів'я ВРХ знизилось до 2,7 млн. <https://kurkul.com/news/29755-pogolivya-vrh-znizilos-do-27-mln>.
2. Прудніков В. Г., Криворучко Ю. І., Колісник О. І. Генофонд м'ясної худоби в Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 161-168.
3. Сегеда С.А. Статистичний аналіз споживання м'яса та м'ясопродуктів в Україні. *Економіка АПК*. 2020. № 3. С. 36.
4. Ставецька Р.В. Вплив селекційно-генетичних факторів на добробут продуктивних тварин. <https://ciwf.in.ua/?p=968>.
5. Статистичний збірник «Тваринництво України». http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/05/zb_tvaryny_2020.pdf
6. Biagini D., Lazzaroni C. Carcass dissection and commercial meat yield in Piemontese and Belgian Blue double-muscling young bulls. *Livestock Production Science*. 2005. Vol. 98. Issue 3. P. 199-204.
7. Cuvelier C., Cabaraux J., Dufrasne I., Clinquart A. Performance, slaughter characteristics and meat quality of young bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds fattened with a sugar beet pulp or a cereal-based diet. *Animal Science*. 2006. [Vol. 82. Issue 1](#). P. 125-132
8. Druet T., Ahariz N., Cambisano N., Tamma N., Michaux Ch., Coppieters W., Charlier C., Georges M. Selection in action: dissecting the molecular underpinnings of the increasing muscle mass of Belgian Blue Cattle. *BMC Genomics*. 2014. № 15(1). P. 796.
9. Kambadur R., Sharma M., Smith T.P., Bass John J. [Mutations in myostatin \(GDF8\) in double-muscling Belgian Blue and Piedmontese cattle](#). *Genome Research*. 1997. № 7 (9). P. 910–915.
10. McPherron A.C., Lee S.J. Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1997. № 94(23). P. 12457-61.
11. Murray R.D., Cartwright T.A., Downham D.Y., Murray M.A. Some maternal factors associated with dystocia in Belgian Blue cattle. *Animal Science*. 1999. Vol. 69. Issue 1. P. 105-113.
12. Standard de la race. La race blanc bleu. Blanc Bleu Belge: site Internet. URL: <https://blanc-bleu-belge.com/standard-de-la-race/>.
13. Uytterhaegen L., Claeys E., Demeyer D., Lippens M., Fiems L.O., Boucqué C.Y., Van de Voorde G., Bastiaens A. Effects of double-muscling on carcass quality, beef tenderness and myofibrillar protein degradation in Belgian Blue White bulls. *Meat Science*. 1994. [Vol. 38. Issue 2](#). P. 255-267.

НАПРЯМ
6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ



Богдана АНТОНЮК¹,
студентка магістратури,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФРУКТОВОГО ТЕРМОСТАБІЛЬНОГО НАПОВНЮВАЧА

Анотація. У роботі розглянуто питання особливостей процесу виробництва та розробки нової технології структурованих наповнювачів (на основі овочевих і фруктових-овочевих соків), що дозволить урізноманітнити та збільшити асортимент термостабільних наповнювачів, а також покращити якість та споживчі властивості самих виробів, у склад яких вони входять.

Abstract. The article considers the peculiarities of the production process and development of new technology of structured fillers (based on vegetable and fruit and vegetable juices), which will diversify and increase the range of thermostable fillers, as well as improve the quality and consumer properties of products.

Вступ. На теперішній час у сучасному харчовому ринку досить широкий сегмент займають випечені вироби з начинками, кондитерські вироби, морозиво, йогурти і т.д.. Виробники постійно оновлюють їх асортимент, головним чином за рахунок застосування різних рецептур та видів тіста для типових заготовок, а наповнювачі здебільшого залишають традиційними: повидло, підварки, джеми, а також начинки виготовлені на основі фруктових пюре та цукру, молочної, помадної та жирової основи. Такі наповнювачі за умови введення їх до сирого тіста, під час випікання зазнають негативного впливу температури, втрачають частину органолептичних і технологічних властивостей та набувають надмірної

¹*Науковий керівник: д.т.н., доцент, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології Берник І.М.

плинності. Тому для збереження якісних показників на сталому рівні введені до тістових виробів наповнювачі повинні бути термостійкими, тобто під час дії температур близько 200–230 °С протягом 10 – 15 хв не втрачати форму і не плавитись.

Головною вимогою до наповнювачів є збереження органолептичних, фізичних (форма, об'єм) та фізико-хімічних властивостей (вміст сухих речовин, активна кислотність тощо) протягом усього терміну зберігання після випікання [1, 2].

Широкого поширення набули термостійкі наповнювачі на основі фруктової, овочевої, ягідної та плодово-ягідної сировини а саме: начинка термостабільна вишнева, апельсинова, журавлинова, яблучна, лимонна, малинова, ожинава, полунична, смородинова. Внаслідок випікання ці наповнювачі змінюють струк-турно-механічні властивості. Звичайні фруктові продукти (повидло, джем, варення) під час термообробки киплять, випливають, підгорають, всмоктуються в тісто, тому актуальним є розроблення технології термостабільної фруктової начинки для борошняних виробів. Більш високою харчовою та біологічною цінністю характеризуються молочні та молоковмісні начинки [1, 3].

Проводячи моніторинг сучасного ринку термостійких начинок, незалежно від їх основи можна дійти до висновку, що запропоновані виробниками умови зберігання цієї продукції дуже різні. Але більшість виробників пропонують такі умови зберігання: за температури від 0°C до 25°C та відносної вологості повітря не вище 75% термостійкі начинки зберігають до 6 місяців [2].

В основу фруктово-ягідних наповнювачів входять наступні компоненти: фруктово-ягідна сировина (пюре, підварки, шматочки фруктів і ягід), цукор, патока, лимонна кислота та ін. Наповнювачі є енергетично та біологічно цінним продуктом, містять легкозасвоювані вуглеводи (глюкоза, фруктоза, цукроза), клітковину (при наявності пюре), органічні кислоти, пектинові, мінеральні речовини та вітаміни [4].

Суть проблеми полягає не лише в складності підбору стабілізуючих (драглеутворюючих) компонентів для зменшення кількості вільної вологи в готовому продукті, але й у досягненні необхідних властивостей: термостабільності, в'язкості, гармонії смаку, гомогенності фруктової маси, її привабливості за кольором і запахом. Для створення термостабільного фруктового наповнювача запропоновано внесення в рецептуру драглеутворюючих, стабілізуючих та вологоутримуючих агентів – високоестерифікованого пектину та модифікованого крохмалю [5, 6].

Викладення основного матеріалу. На українському ринку є досить вживаними у використанні термостабільні фруктові наповнювачі – продукти з драглеподібною консистенцією, які виготовлені на основі цілої або подрібненої до пюреподібного стану фруктової сировини, спеціальних компонентів із заданими властивостями, стабілізаторів консистенції та інших інгредієнтів, які використовують при виготовленні борошняних кондитерських та кулінарних

виробів.

Найбільше на термостабільність фруктових наповнювачів позначається якість фруктової сировини (коливання фізико-хімічного складу залежно сорту фруктів, особливостей вирощування та переробки), вид структуроутворювача, масова частка розчинних сухих речовин, рівень активної кислотності начинки (рН). Щоб покращити органолептичні властивості продукції, вплинути на ряд вимог до виробів, так і до термостабільних наповнювачів, застосуємо для удосконалення технології виробництва різні види загусників, гелеутворювачів або їх сумішей – желатини, пектини, агар, каррагінани, камеді, нативні та модифіковані крохмалі тощо. При сумісному застосуванні двох або більше загусників можливе виникнення синергетичного ефекту: суміші загущуються швидше, ніж можна було б очікувати від дії компонентів окремо.

Внаслідок чого можливе навіть драглеутворення. Досить ефективним у виробництві термостійких наповнювачів виявилось застосування в їх складі модифікованого крохмалю, який утворює клейстери, стійкі до впливу температури, кислоти та механічного перемішування. Оскільки основою для приготування солодких наповнювачів стали плодово – овочеві соки, доцільно було дослідити можливості поєднання модифікованого крохмалю з пектином, який у присутності цукру і кислоти утворює прозорі гелі. Пектин широко використовують для виробництва морозива, овочевих та інших термостійких наповнювачів.

Експериментальним шляхом було визначено концентрацію добавок, також їх співвідношення в складі наповнювачів. Поєднання пектину з модифікованим крохмалем дозволить нам отримати прозорий драглеподібний наповнювач з термостабільними властивостями, а поєднання модифікованого крохмалю з агаром дозволить отримати солону пастоподібний наповнювач з короткорваною структурою [4].

Результати. Для виготовлення термостабільних начинок, як основу брали овочеві та плодово-овочеві соки. За результатами органолептичної оцінки встановили, що модифікований крохмаль і пектин утворюють гель у поєднанні 4,0% крохмалю та 1,0% пектину. Модельні співвідношення структуроутворювачів використовували для приготування солодкого наповнювача, а саме змішували 1,0% пектину, цукор та лимонну кислоту, вводили цю суміш у нагрітий до температури 90°C моркв'яно-яблучний сік і перемішували до повного розчинення, після чого вливали розчин крохмалю, з частиною соку і перемішували до утворення однорідної консистенції і повного загусання. В результаті ми отримали наповнювач з приємним зовнішнім виглядом та кольором, а також зміненими смаковими, ароматичними властивостями. Для виробництва фруктового термостабільного наповнювача було розроблено технологію виготовлення, яку представлено на рис. 1.

Рецептура і процес виробництва термостабільних наповнювачів для пекарської промисловості досить складні. Вони спрямовані на збереження функціональних властивостей пектинів для поліпшення якості кінцевого продукту.

Для цього яблучне пюре перемішується з пектином і спеціально підготовленим цукровим сиропом в потужних мішалках при температурі 60-70 °С.

Додають до такого напівфабрикату різні смакові добавки, барвники, лимонну кислоту та ін. У цілому виробництво термостабільних начинок — трудомісткий і одночасно експериментальний процес.

У результаті на виході виходить готовий напівфабрикат у вигляді «мармеладного холодцю» з тривалим терміном зберігання, який застосовують при випічці. Яблучний напівфабрикат ароматизують різними фруктовими смаками для розширення асортименту [7].

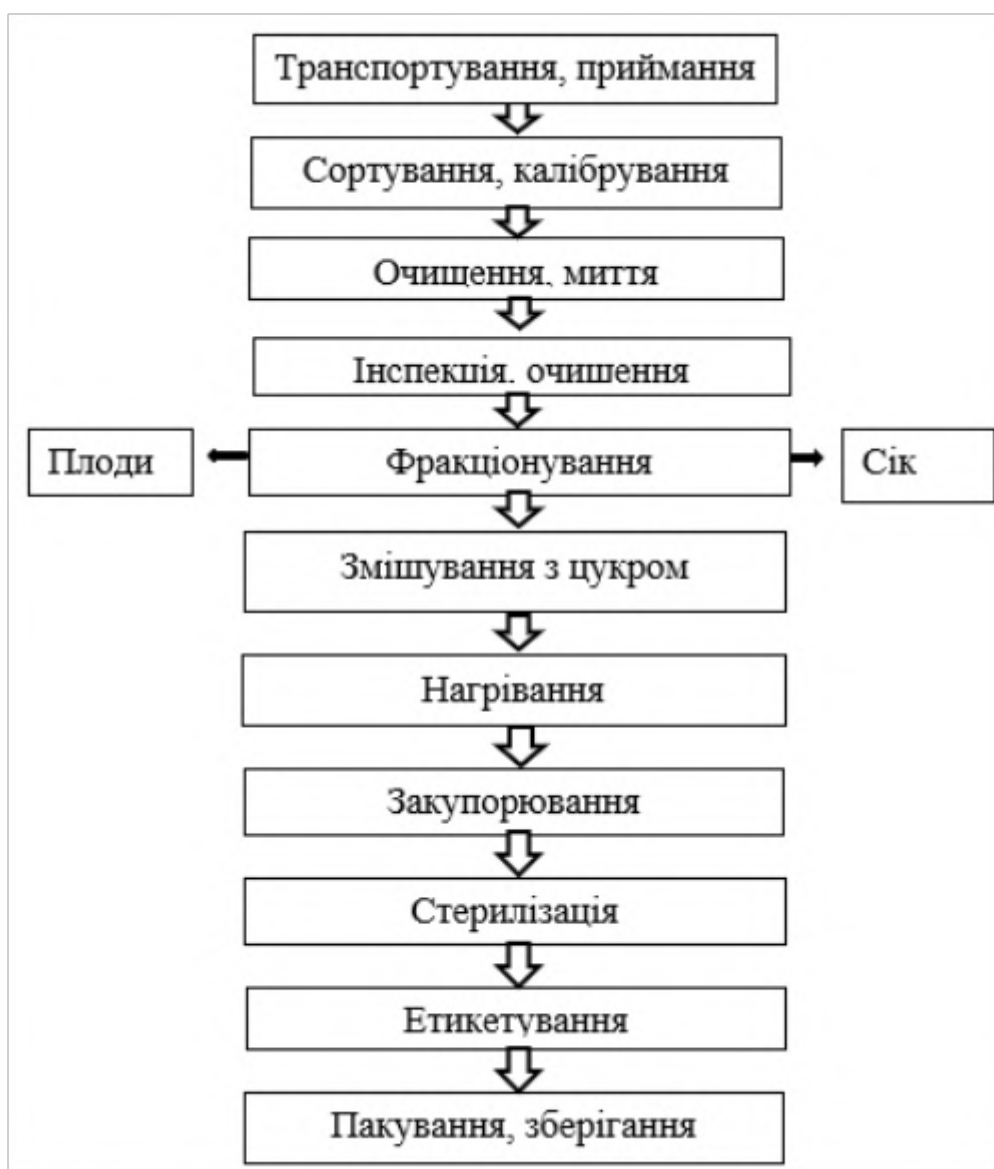


Рисунок 1. Технологія виробництва фруктового наповнювача

У результаті на виході виходить готовий напівфабрикат у вигляді «мармеладного холодцю» з тривалим терміном зберігання, який застосовують при випічці. Яблучний напівфабрикат ароматизують різними фруктовими смаками для розширення асортименту [7].

Виробники пропонують безліч видів термостабільних начинок, ось деякі з них:

- гладкі (загублені) начинки без шматочків;
- тверді (аромат троянди, сливи, суміші фруктів);
- гелеві (апельсинові, абрикосові, яблучні);
- пряникові (малинові, журавлинні, зі смаком ківі);
- фруктові для пончиків або для печива.

Для того щоб смак додається пюре добре відчувався, слід брати яблучного пюре не більше 2 кг на кожен кілограм додається. Кількість патоки, передбачається діючими в даний час рецептурами, становить 50% до ваги цукру. Патока може бути повністю або частково замінена на інвертний цукор. Цукристих речовин при складанні рецептури береться до кг на кожен кілограм пюре.

При складанні рецептури фруктово-ягідне пюре і частина цукру можуть бути замінені Підварювання. 100 кг подварок замінюють 79,0 кг пюре і 61,2 кг цукру. Запаси додають в рецептуру для ароматизації. Підварки і припаси перед введенням їх в рецептурну суміш протирають на протирочной машині через сітку з діаметром осередків в мм [1].

Досліджений фруктовий наповнювач відповідає таким органолептичним показникам представленим в таблиці 1.

Таблиця 1

Органолептичні показники фруктового наповнювача

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Напівпрозора суміш з драглеподібною стабільною консистенцією
Аромат	Приємний, виражений фруктовий
Колір	Яскраво виражений, має колір відповідний до кольору плодів, які використовувалися
Смак	Характерний для кожного виду фруктів

Висновок. Удосконалення технології структурованих термостабільних наповнювачів (на основі овочевих і плодово-овочевих соків) дозволить розширити асортимент кондитерських виробів, а також покращити їх споживчі властивості та якість і збільшити попит на продукцію. Оскільки в умовах ринкової економіки для підвищення конкурентоспроможності продукції необхідне використання нових видів сировини для отримання готових виробів із заданими якісними характеристиками та покращеними органолептичними властивостями, термостабільні наповнювачі є цілком актуальним для досягнення цих цілей. На основі експериментальних досліджень було запропоновано додавання різних поєднань структуроутворювачів до наповнювачів, які підвищують їх термостійкі властивості.

Список використаних джерел

1. Грінченко О., Неклеса О., Міронов О. Удосконалення технології начинок для борошняних кондитерських та кулінарних виробів. *Продовольча індустрія АПК*. 2015. №1-2. С.19-25.
2. Димитрієвич Л.Р., Степанова Т.М. Основи технології продукції харчування. Навчальний посібник. Суми: Сумський національний аграрний університет 2010. С. 178.
3. Шпатенко І. Використання нетрадиційної сировини для виробництва борошняних кондитерських виробів загального та спеціалізованого призначення. *Сучасні тенденції виробництва борошняних кондитерських виробів*. Матеріали міжвузівської студентської науково-практичної конференції Вінниця: ВТЕК КНТЕУ, ТОВ «Вінницька міська друкарня», 2019. С. 61–63
4. Гайдук О.В., Герлянд Т.М., Дрозіч І.А., Кулалаєва Н.В., Романова Г.М. Сучасні технології кондитерського виробництва: Підручник. Житомир: «Полісся», 2020. 514 с.
5. Бондаренко Д.О., Люлька О.М., Корецька І.Л. Дослідження показників якості пектину, як основної складової термостабільної начинки. В кн. *Вісник харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка*. Вип. 179. “Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв”.: Харків 2016. С 188-193.
6. Луговський О. Ф., Мовчанюк А. В., Берник І. М., Шульга А. В., Гришко І. А., Зілінський А. І. Ультразвукові технологічні процеси. Розпилення та екстрагування. Монографія. Вінниця. 2022. 286 с.
7. Бондаренко Д. О., Люлька О. М., Корецька І. Л. Дослідження якості пектину, як основної складової термостабільної начинки. Zbiór artykułów naukowych. Konferencji Międzynarodowej NaukowoPraktycznej " *Inżynieria i technologia. East European Conference*" (29.11.2016 - 30.11.2016). Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2016. С. 36-41.

Марина ГРИНЕВИЧ²,
студентка 2 курсу,
факультету технологій виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

СТАНДАРТИ ЯКОСТІ ТА ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

***Анотація.** Будь-який стандарт вимагає, щоб в рамках безпеки харчової продукції організація обов'язково виконувала будь-які відповідні вимоги, встановлені законодавчими та регулятивними органами. Введення в харчові галузі системи технічного регулювання, менеджменту якості та безпечності харчової продукції дозволяє забезпечити поліпшення якості продуктів харчування.*

***Abstract.** Any standard requires that in the context of food safety, the organization must comply with any relevant requirements established by legislative and regulatory authorities. Introduction of the system of technical regulation, quality management and food safety in the food industry allows to improve the quality of food.*

Вступ. В сучасних світових умовах гостро постає питання не тільки забезпечення зростаючого населення планети необхідною кількістю харчових продуктів, а й забезпечення якості та безпеки даних харчових продуктів встановленим вимогам. Залежно від регіону, країни, культури дані вимоги будуть мати, часом, значні відмінності, які приведуть до ряду труднощів у розвитку торгівлі за межами державного кордону тієї чи іншої країни. Тому для впровадження принципів якості та безпеки харчової продукції на всій протяжності ланцюга поставок, необхідно спиратися на єдині підходи виробництва якісної та безпечної харчової продукції. Стандарти якості в харчовій промисловості ґрунтуються на міжнародних стандартах ISO серії 9000 [1].

ISO – це системи міжнародних стандартів, які мають великий ряд критеріїв безпеки і якості продукції, технологій її виробництва, зберігання та постачання. Ця система налічує тисячі різних стандартів, розроблених і контрольованих Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO – International Organization for Standardization) – найбільшою і найбільш впливовою у світі організацією зі стандартизації. ISO прийняті більш ніж в 90 країнах світу в якості національних стандартів. Найбільш поширеними і широко застосовними для галузей різних видів промисловості з них є ISO 9001 та ISO 14001 – вони

²*Науковий керівник - канд.с.-г.н., доцент кафедри технології переробки м'яса , молока та мікробіології Новгородська Н.В.

регулюють вимоги до таких сфер, як система менеджменту якості, екологічний менеджмент і багато іншого.

Виклад основного матеріалу. Харчова промисловість відіграє значну роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни. До складу харчової промисловості України входять харчосмакова, молочна, рибна та м'ясна промисловість.

Слід сказати, що це така галузь промисловості, в якій висока якість продукції, що випускається є обов'язковою умовою.

Зацікавленість підприємств у сфері харчової промисловості даними стандартам виник з моменту їх появи, і на сьогоднішній день. І причин цьому досить багато - це вимоги кінцевих споживачів і державних структур, прагнення керівництва зміцнити становище компанії на ринку, бажання впровадити систему управління якістю на рівні світових практик, підвищити конкурентоспроможність своєї продукції. Також потрібно зазначити, що коли йдеться про харчову промисловість, то мається на увазі абсолютно всі учасники ланцюжка, починаючи від постачальників сировини і безпосередніх виробників і реалізаторів.

Нині в Україні за галузями економіки щодо наявності сертифікованих систем управління якістю згідно зі стандартом ДСТУ ISO 9001 лідирує харчова промисловість та виробництво тютюну – 16,24% від загальної кількості сертифікованих систем. Серед лідерів за наявністю сертифікованих систем управління якістю – Київська, Харківська, Дніпропетровська, Донецька, Одеська та Полтавська області [2].

Перед тим як починати розробку системи харчової безпеки, необхідно, перш за все, чітко сформулювати завдання і цілі. Тобто вище керівництво організації повинно виробити завдання і цілі проекту, а також на яких стандартах якості в харчовій промисловості або нормативних документах буде базуватися система управління.

На даний момент, для організацій харчової промисловості кращими є такі стандарти: ISO 9001: 2000, ISO 14001: 2004, OHSAS 18001: 1999, HACCP, ISO 22000: 2005.

Основне завдання – це визначити, який з перерахованих стандартів якості буде базовим. Провідні експерти рекомендують зупинитися на стандарті ISO 9001: 2000, оскільки він є більш комплексним, а також його положення охоплюють значну частину системи управління якістю.

Стандарти якості в харчовій промисловості визначають систему управління харчовою безпекою як загальну стратегію управління і тактику підприємства. Причому основна мета – це максимально ефективно використання матеріальних і людських ресурсів для досягнення поставлених завдань.

Більш коротко, якість можна виразити наступними словами - це певне поєднання характеристик виробу, що забезпечує його популярність серед споживачів.

Також потрібно відзначити, що стандарти якості в харчовій промисловості, що базуються на ISO 9001 є універсальними, внаслідок чого, можна виключити вимоги, що не роблять безпосереднього впливу на організацію процесів підприємства і його здатність виробляти продукцію, яка повністю задовольняє поставленим цілям в області якості. Коротко це можна виразити таким чином - якщо підприємство розробляє нові види продукції, у своїй діяльності не використовує власність споживачів або які-небудь вимірювальні пристрої, то воно може не виконувати вимоги деяких пунктів стандартів, привівши обґрунтовані аргументи [3].

Зараз інтерес підприємців до впровадження систем управління значно зріс. Але через відсутність економічних важелів з боку держави, державної підтримки та стимулювання впровадження сучасних систем цей процес сьогодні в цілому малоефективний. Також, елементарно, у більшості підприємств відсутні кошти на впровадження.

Висновки. Отже, стандарти якості повинні відображати і такі цілі, як максимальна задоволеність споживачів продукції, забезпечення якісного розвитку організації, збільшення прибутку, зміцнення становища на ринку, турбота про збереження екологічної обстановки, безпеки та здоров'я, а також відображати роль і становище компанії в даному регіоні.

Список використаних джерел

1. Коб'яков С.М., Коб'яков С.М. Системи і стандарти, що забезпечують контроль якості та безпеку харчових продуктів. *Матеріали II Всеукраїнської студентської інтернет-конференції «Актуальні питання харчової промисловості та перспективи розвитку галузі»*. Херсон: ХДАЕУ, ВЦ «Колос». 2021. С. 64-68.
2. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин: Закон України від 18 травня 2017 р., № 2042-VIII // Відомості Верховної Ради України. 2017. № 31. – С. 343.
3. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23 грудня 1997 р.

Ольга ІВАЩУК³
студентка 4-го курсу,
факультету технологій виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОРГАНОЛЕПТИЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

***Анотація.** В статті представлені результати органолептичної оцінки соняшnikової олії. Проведено порівняння якості соняшnikової олії двох торгових марок, виробленої в Україні.*

***Annotation.** The article presents the results of the organoleptic evaluation of sunflower oil. A comparison was made of the quality of sunflower oil of two brands produced in Ukraine.*

Вступ. Серед галузей, що переробляють рослинну сировину олієжирова промисловість займає провідне місце за обсягами її переробки, різноманітням та особливостями одержуваної продукції. Значна частина цього обсягу представлена рослинними оліями, серед яких лідером є соняшnikова олія.

Рослинна олія – це готовий до вживання продукт, отриманий з насіння або зародків насіння, плодів рослин шляхом пресування або екстракції та очищений від тих чи інших домішок залежно від виду виробу.

Соняшnikову олію виробляють із насіння соняшника шляхом пресування, екстракції бензином або їх поєднанням.

Залежно від стадії очищення (рафінації) олію поділяють на нерафіновану, гідратовану, рафіновану недезодоровану та рафіновану дезодоровану.

За ступенем очищення та відповідно до зниження харчової та біологічної цінності рослинні олії розташовуються в наступній послідовності: нерафінована, гідратована, рафінована недезодорована, рафінована дезодорована.

Нерафіновану олію добувають механічним шляхом (пресуванням). Вона має темно-жовтий колір, запах насіння і приємний смак і. Нерафінована олія буває вищого, першого і другого (технічного) сортів [1].

Очищення олії від супутніх речовин називається рафінуванням. Тобто, рафінована соняшnikова олія – це продукт, який піддали хімічному процесу очистки (рафінації), під час якого вилучаються небажані і зберігаються всі цінні речовини, що містяться в жирі.

Під час рафінування з олії видаляються фосфоліпіди, воски та воскоподібні речовини, вільні жирні кислоти, барвники.

В результаті процесу дезодорування, який відбувається у вакуум-дезодораторах і полягає в обробці олії парою (до 190° С), олія втрачає запах і

^{3*} Науковий керівник: Овсієнко С.М., канд.с.-г.н., доцент кафедри технології переробки м'яса, молока та мікробіології.

смак. Така олія має назву рафінована дезодорована.

Нерафінована олія містить: тригліцериди, вільні вітаміноподібні жирні кислоти (олеїнова, лінолева, ліноленова), фосфатиди, жиророзчинні вітаміни (А, Е, К), воску, каротин, ароматичні речовини та інші сполуки.

У гідратованій олії залишаються: тригліцериди, вільні вітаміноподібні жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни, воски, каротин, ароматичні речовини та ін.

У рафінованій недезодорованій олії зберігаються тільки: тригліцериди, ароматичні речовини.

У рафінованій дезодорованій олії залишаються тільки тригліцериди. Така олія є сировиною для виробництва маргарину, кулінарних жирів та для смаження [2].

Виклад основного матеріалу. З метою оцінки якості була використана соняшникова олія торгових марок «Повна чаша» та «Україночка», придбана у мережах супермаркетів «Сільпо» та «Україночка».

На кожній одиниці спожиткової тари з соняшниковою олією наклеєні художньо оформлені етикетки, на яких нанесено маркування з чітким позначенням, яке легко читається.

Олія соняшникова рафінована дезодорована виморожена марки П ТМ «Повна чаша». Виготовлена згідно ДСТУ 4492:2017 [3] на замовлення ТОВ «Сільпо-Фуд». Розфасована у пляшки з полімерного матеріалу, герметично закупорена ковпачком. Склад: 100% олія соняшникова рафінована виморожена. Об'єм 850 мл, маса нетто 782 грам (допустимі відхилення 15 грам). Запаковано в захисному середовищі. Поживна (харчова) цінність на 100 г продукту, г: жири – 99,9, з них насичені жири 9-12 г; вуглеводи – 0; білки – 0. Калорійність 899 ккал; вказана референсна величина добового споживання для осіб старше 18 років.

На пляшці вказана дата виробництва та дата «Краще спожити до». На етикетці прописані умови зберігання продукту – рекомендовано зберігати в закритих затемнених приміщеннях в рекомендованому інтервалі температур від 0 до +30° С. Виробник, адреса потужностей виробництва: ПП «Оліяр» Пустомитівського району Львівської області.

Олія соняшникова рафінована дезодорована виморожена (одержана з пресової) марки П ТМ «Україночка». Розлита у пляшки з полімерного матеріалу, герметично закупорена ковпачком. Виготовлена згідно ДСТУ 4492:2017 на замовлення ТМ «Україночка». Об'єм 1000 мл, маса нетто 920 грам, допустимі відхилення мінус 10 грам. Поживна (харчова цінність) – 99,9 г жиру. Калорійність 100 г продукту – 899 ккал. На етикетці вказана дата виробництва (розливу) олії (засічками), наведено інформацію про строки придатності олії після відкриття герметичної тари: за температури від +18 до +25° С – 30 діб, від 0 до +11° С – 90 діб. Гарантійний строк зберігання олії 15 місяців. Рекомендовано зберігати в закритому затемненому приміщенні при температурі +8 до +20° С. Виробник ФОП Шумаков Д.Є. Адреса потужностей виробництва: м. Вінниця.

Гарантійний строк зберігання фасованої олії соняшникової рафінованої дезодорованої згідно ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови

становить 6 місяців..

За органолептичними та фізико-хімічними показниками олія соняшникова повинна відповідати вимогам, які регламентуються стандартом ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови».

Органолептичні показники якості рослинних олій - смак, запах, прозорість та колір – дають можливість визначити вид олії та ступінь її свіжості. Виняток складають рафінована дезодорована олія, яка не має характерних властивостей. Органолептичні показники якості рослинних олій визначають при температурі 20°C.

Характеристика органолептичних показників, які регламентуються ДСТУ 4492:2017 Олія соняшникова. Технічні умови представлена в таблиці 1.

Таблиця 1. Вимоги до органолептичних показників якості олії

Показник	Характеристика показника	Метод випробування
Прозорість	Прозора без осаду	Згідно з ГОСТ 5472
Смак та запах	Притаманні олії соняшниковій без стороннього запаху, присмаку та гіркоти	Згідно з ГОСТ 5472 і додатком А

Прозорість – показник, який характеризує відсутність в рослинних оліях при $t=20^{\circ}\text{C}$ муті чи зважених частинок, які видно неозброєним оком.

Результати органолептичної оцінки якості соняшnikової олії наведено в таблиці 2.

Таблиця 2. Органолептичні показники якості соняшникової олії

Зразок олії	Органолептичні показники			
	прозорість	смак і запах	колір	наявність осаду
Норма за ДСТУ	прозора	притаманні олії соняшниковій без стороннього запаху, присмаку та гіркоти	світло жовтий	без осаду
Повна чаша	відповідає нормі	відповідає нормі	відповідає нормі	відповідає нормі
Україночка	відповідає нормі	відповідає нормі	відповідає нормі	відповідає нормі

Запах в олії визначали шляхом нанесення тонкого шару на скляну пластинку, також невелику кількість олії розтирали на тильній поверхні долоні. Для більш чіткого розпізнавання запаху олію нагрівали на водяній бані 50°C.

Смак олії визначався при температурі $(50 \pm 1)^{\circ}\text{C}$. Під час визначання смаку

кількість продукту має бути від 10 см³ до 15 см³. Продукт розподіляли по всій порожнині рота так, щоб створити контакт з усіма смаковими точками. Вдихали повітря через ротову порожнину та оцінювали смак, видихаючи через ніс

Смак нерафінованої олії, як і запах, добре виражений, специфічний, відповідає смаку сировини, з якої виготовлено олію. У рафінованих олій смак майже не виражений.

Висновок. За результатами досліджень органолептичні показники соняшникової олії торгових марок «Повна чаша» та «Україночка» відповідають вимогам згідно ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови».

Список використаних джерел

1. Гуменюк О.Л. Технологія жирів та жирозамінників. Чернігів: ЧНТУ, 2020. 130 с.
2. Демидов І.М., Тимченко В.К. Споживчі властивості харчових жирових продуктів. Харків: НТУ «ХПІ», 2004. 194 с.
3. ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови». К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. 27 с.

Руслан КОВАЛЬ⁴,
студент 4-го курсу,
факультет технології виробництва і
переробки тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БЕЗПЕКА ТА ЯКІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ. ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ

Анотація. Ця стаття порушує питання безпечності та якості продукції. Вона присвячена сучасній харчовій промисловості. Проблема про яку йдеться, поки що вивчена мало, тому потребує більш ретельних досліджень. З отриманих даних було виявлено, що потрібно підіймати актуальність безпеки харчування у нинішніх реаліях.

Abstract. This article considers the peculiarities of product safety and quality. It deals with the modern food industry. The problem in the article has not been studied enough, so it requires more research. Based on the research it had been concluded that it is necessary to investigate further the relevance of food safety in today's realities.

⁴*Науковий керівник: д.т.н., доцент, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології Берник І.М.

Вступ. Акредитація органів з оцінки відповідності – один із головних обов’язків Національного агентства з акредитації України.

У відповідності зі стандартом ISO/IEC 17000:2004, визначення терміну «оцінка відповідності» є ''доказом того, що задані вимоги до продукції, процесу, системи, особи або органу, виконані''. Іншими словами, діяльність з оцінки відповідності являє собою цілісні процеси, використовувані для доказу того, що продукція (матеріальна), або послуга (нематеріальна продукція), або система менеджменту, або особа, або орган, відповідають установленим вимогам.

Проведення оцінки відповідності продукції вимогам технічних регламентів (рис. 1) проходить відповідно до визначеної процедури за використання необхідної технічної документації (рис. 2). У сучасних умовах вільного ринку споживач сам вирішує, які товари йому купувати, тому харчова промисловість постійно впроваджує нові технології щодо виготовлення продукції, її рецептури, виробничих процесів тощо.



Рис. 1. Порядок оцінки відповідності продукції вимогам технічних регламентів

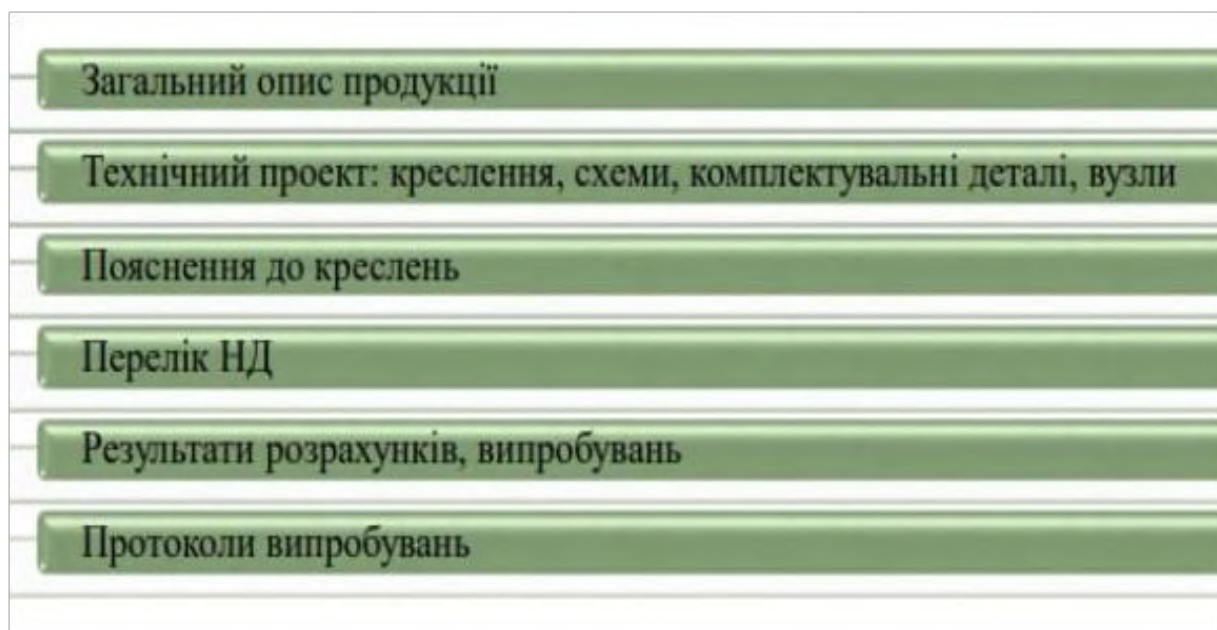


Рис. 2. Технічна документація

Виклад основного матеріалу. Необхідно відзначити, що дуже важливим інструментом є контроль, адже саме він включає ряд факторів, відповідно яких досліджується продукція.

Безпечний харчовий продукт - харчовий продукт, який не справляє шкідливого впливу на здоров'я людини та є придатним для споживання.

Харчові компоненти, які регулюються як харчові добавки, перед використанням у харчових продуктах вимагають схвалення урядом України. Виробники таких харчових добавок повинні надати наукові дані, які підтверджують безпечність цих продуктів. Стандарти безпеки встановлені законами та нормативними актами, вони включають міркування про різні види токсичності, починаючи канцерогенністю та до впливу на травлення.

Щоб забезпечити безпечні продукти, менеджмент харчової промисловості вимагає організованого способу визначення та контролю взаємозв'язків критичних факторів у всій системі постачання харчових продуктів, включаючи виробництво та розповсюдження, і закінчуючи задоволеністю споживачів.

Забезпечення якості охоплює розробку, організацію та впровадження різноманітних заходів, спрямованих на підтримку, підвищення безпеки та якості продукції, які залежать від різних особливостей (рис. 3). Починається процес з моменту створення задумки про майбутній продукт і продовжується у виборі та закупівлі сировини, а також переробці, упаковці, розподілі та маркетингу.



Сучасна харчова промисловість може відрізнятися:



за призначенням: якість, збереженість, стійкість, безпека, зручність, доступність, інновації, смак, здоров'я.



за технологічними операціями: миття, подрібнення, змішування, екстрагування, зберігання, нагрівання, охолодження, заморожування, фільтрування, ферментація, центрифугування, смаження, сушіння, гідрогенізація, концентрування, герметизація.

Рис. 3. Поділ харчової промисловості на категорії

Історично переробка харчових продуктів була зосереджена виключно на збільшенні смакових якостей і терміну зберігання, забезпеченні безпеки. Проте сьогодні необхідно розглядати їхній вплив одночасно як на здоров'я, так і навколишнє середовище.

Протягом останніх десяти років дедалі більше усвідомлюється необхідність переходу від якісної до кількісної систем класифікації харчових продуктів, а саме, за ступенем їх переробки, шляхом розробки кількісного технологічного індексу. З цією метою необхідно проводити дослідження (як епідеміологічні, так і експериментальні) щодо харчового складу, ефективності і безпечності харчових добавок, забруднювачів та модифікаторів харчової продукції. Ідентична структура їжі в кінцевому результаті й ужита сировина для неї, але використання різних добавок можуть мати серйозні відмінності у впливі на здоров'я і біологічний стан, навіть не кажучи про можливі майбутні генетичні захворювання.

Було проведено дослідження, а саме, опитування з приводу того, чи звертають увагу респонденти на склад продуктів перед тим, як купувати, і чи знають вони про вплив на здоров'я харчових добавок та чи взагалі знають, як вони розшифровуються. Я опитав 40 осіб серед кола моїх друзів, знайомих, сім'ї (рис. 4). Згідно отриманих мною даних, 17 опитаних не звертають уваги на хімічний склад (вибірка №1, 42,5%), 22 опитаних не знають про вплив на здоров'я (вибірка №2, 55%) і 28 опитаних не знають, як розшифровуються харчові добавки (вибірка №3, 70%). Ці дані свідчать про низьку обізнаність нашого населення та байдужість до того, що купувати. Можливою причиною цього є низькі заробітні плати, проте у світі вже давно пройшли цей етап.

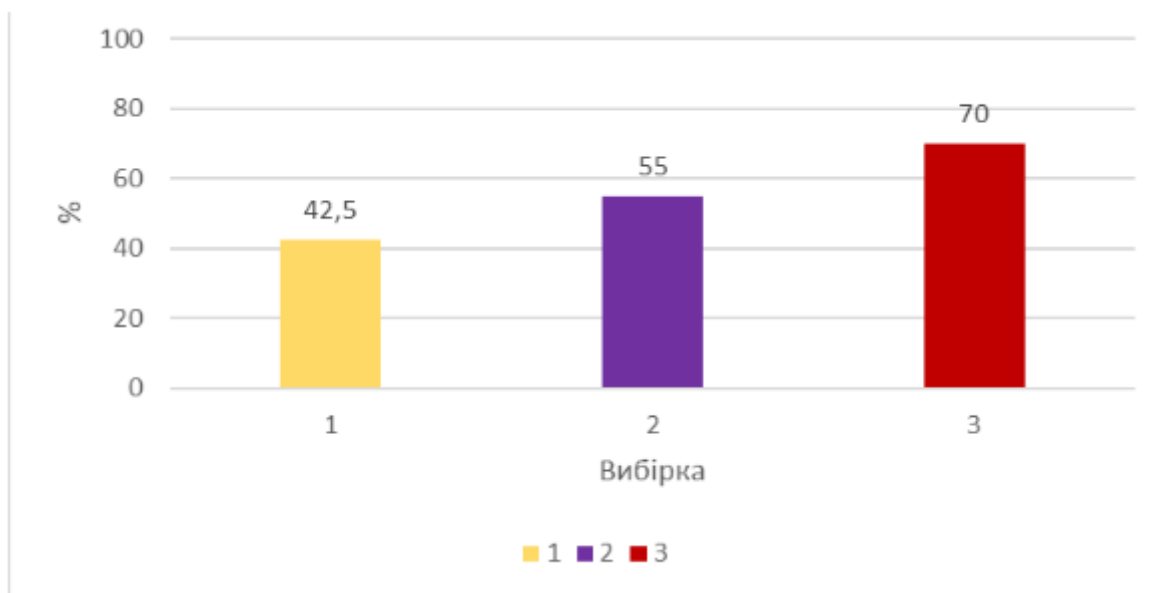


Рис. 4. Результати опитування

Питання і проблеми, пов'язані з безпекою харчових продуктів та продовольчою безпекою є складними, вони не мають відповідей «так» або «ні», можуть викликати несподівані наслідки, можуть бути симптомом інших проблем.

Дослідження та інновації відіграють важливу роль у забезпеченні харчової безпеки. Нам потрібні нові погляди на продовольчу безпеку та стійкість. Спалахи харчових захворювань мають руйнівний вплив на здоров'я населення, що призводить до хронічних захворювань, довгострокових наслідків для здоров'я і навіть смерті. За оцінками Центру контролю захворювань (CDC), щороку 48 мільйонів людей — кожен шостий американець — хворіють на харчові захворювання, що призводить до 128 000 госпіталізацій і 3 000 смертей. У нашому взаємопов'язаному світі безпека харчових продуктів як ніколи важлива.

Порушення безпеки харчових продуктів впливають не лише на здоров'я населення; вони також мають значний економічний вплив. За оцінками Міністерства сільського господарства США, витрати на захворювання харчових продуктів становлять понад 15,6 мільярдів доларів на рік через витрати на охорону здоров'я та зниження довіри споживачів до безпеки харчових продуктів.

На підтримку цієї глобальної ініціативи зростає попит на кваліфікованих спеціалістів з безпеки харчових продуктів. Бюро статистики праці США прогнозує, що зайнятість у сфері безпеки харчових продуктів зросте на вісім відсотків до 2026 року, що робить це підходящим часом для виходу на ринок.

Чи можна буде в майбутньому визначати терміни придатності споживачами за допомогою інтелектуальної упаковки та датчиків? Чи могли б ми завантажити програму на свій смартфон і відсканувати етикетку на продукті, яка може показати, чи є їжа небезпечною. Така програма потенційно могла би зменшити кількість викинутих продуктів і харчових відходів. (Рис. 5).



Рис. 5. Сканування етикетки

Розумна упаковка — це системи пакування із вбудованою сенсорною технологією, яка використовується для харчових продуктів, фармацевтичних препаратів та багатьох інших видів продукції. Вона використовується для визначення терміну придатності, контролю свіжості, відображення інформації про якість, а також підвищення безпеки продуктів і клієнтів.

Нове рішення для розумної упаковки незабаром з'явиться на ринку, щоб боротися з харчовими відходами. BlakBear, лондонська компанія, що займається

постачанням продуктів харчування, розробила паперовий електричний газовий датчик, який в режимі реального часу показує, скільки залишилося часу для зберігання упакованого м'яса, м'яса птиці та риби, що, за словами компанії, є точнішим, ніж традиційні терміни придатності (рис. 6).



Рис. 6. Розумна упаковка BlakBear

У компанії відзначають, що «датчик може вимірювати газоподібний аміак до 200 частин на мільярд, що в 100 разів краще, ніж у найкращих людських носів, тому даний спосіб має високу чутливість у порівнянні з органолептичними дослідженнями.

Висновок. Питання забезпечення безпечності та якості харчових продуктів належить до найбільш актуальних в світі. Проведення оцінки відповідності продукції вимогам технічних регламентів проходить відповідно до визначеної процедури за використання необхідної технічної документації. Забезпечення якості охоплює розробку, організацію та впровадження різноманітних заходів, спрямованих на підтримку, підвищення безпеки та якості продукції, які залежать від різних особливостей залежно від етапу життєвого циклу продукції.

За результатами опитування було встановлено, що 42,5% опитаних не звертають уваги на хімічний склад продукту, 55% – не знають про вплив окремих компонентів на стан здоров'я, 70% – не знають, як розшифровуються харчові добавки.

Порушення безпеки харчових продуктів впливають не лише на здоров'я населення, а також мають значний економічний вплив. Сучасним напрямком в харчовій галузі є розробка та використання інтелектуальної упаковки та датчиків.

Список використаних джерел

1. Букреєва О. С., Рибалко І. В. Основи стандартизації та оцінки відповідності.. Харків: Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2019. 66 с.
2. Європейська система оцінки відповідності та акредитації. Навчальний посібник. Київ: Євангелос Вардакас., 2010. 74 с.

3. Gaitis F., Ouzounidou G. Food safety: strengthening the present with an eye to the future. *Journal of Innovation Economics & Management*. Georgia, 2017/3. С. 177–189.
4. Joubert S. Reasons to Pursue a Career in Food Safety. Northeastern University. Boston, 2019. URL: <https://www.northeastern.edu/graduate/blog/why-pursue-career-in-food-safety/>.
5. Norris M. Packaging Sensor Predicts Shelf Life of Perishable Foods. *ProFood World*. London, 2020. URL: <https://www.profoodworld.com/food-safety/article/21140375/packaging-sensor-predicts-shelf-life-of-perishable-foods>.
6. Doderio A., Escher A., Bertucci S. Intelligent Packaging for Real-Time Monitoring of Food-Quality: Current and Future Developments. *Applied Sciences*. Italy, 2021. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/8/3532>.
7. Stanley J. The future of smart and connected. The Drum Network. Australia, 2021. URL: <https://www.thedrum.com/opinion/2021/04/26/the-future-smart-and-connected-packaging>.
8. Vagsholm I., Shah Arzoomand N., Boqvist S. Food Security, Safety, and Sustainability – Getting the Trade-Offs Right. *Frontiers*. Sweden, 2020. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2020.00016/full>.

Віта ОМЕЛЬЧУК⁵,
студентка 5-го курсу,
факультет технології виробництва
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ СИРОВИНИ ДЛЯ ПЛАВЛЕНОГО СИРУ З ГІДРО БІОНТАМИ

Анотація. У організації раціонального харчування одне із першорядних місць відводиться плавленим сирам. Їхня поживна цінність обумовлена високою концентрацією у них молочного білку і жиру, наявністю незамінних амінокислот, солей кальцію і фосфору у близькому до оптимального співвідношенні, необхідних для нормального розвитку організму людини.

Annotation. In the organization of optimal nutrition, one of the primary places is given to processed cheeses. Their nutritional value is due to the high concentration of milk protein and fat in them, the presence of essential amino acids, calcium and phosphorus salts in a close optimal ratio, necessary for the normal development of the human body.

⁵*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Соломон А.М.

Вступ. Плавлені сири швидко і повноцінно засвоюються організмом завдяки однорідній структурі і високій розчинності. Жир у плавлених сирах знаходиться у вигляді дрібних кульок, що обумовлює його легке засвоєння. Але плавлені сири характеризуються низьким вмістом біологічно активних речовин [1].

Для підвищення біологічної цінності до рецептур плавлених сирів вводять спеції, прянощі, які містять комплекс Р-вітамінних сполук, поліфенольні антиоксидантні речовини, вітаміни, гідробіонти.

Тому метою магістерської роботи є розроблення та дослідження технології плавленого сиру з гідробіонтами з метою покращання якості, збільшення їх харчової цінності, надання їм певних функціональних властивостей.

Виклад основного матеріалу. Асортимент плавлених сирів нараховує понад 100 найменувань і продовжує розвиватися завдяки створенню сирів з підвищеною харчовою цінністю, призначених для різних груп населення. Найперспективнішим напрямом у розширенні асортименту плавлених сирів є створення спеціальних сирів для дієтичного і дитячого харчування, консервованих сирів, що відповідають вимогам збалансованості амінокислотного, жирнокислотного, мінерального та мікроелементного складу [2].

Однією з ознак плавлених сирів є їх консистенція. За цією ознакою сири поділяють на скибкові з досить твердою, щільною консистенцією, які можна порізати на скибки, і пастоподібні сири з м'якою, пластичною консистенцією, що легко намазуються на хліб. З урахуванням технологічних і органолептичних особливостей з асортименту плавлених сирів виокремлюють ковбасні й солодкі сири, які виробляють з додаванням цукру, меду та інших наповнювачів, що мають солодкий смак. За призначенням сири поділяють на консервні й плавлені до обіду.

Згідно ДСТУ 4635:2006 «Сири плавлені. Технічні умови» сировиною для виготовлення плавлених сирів є: різноманітні молочні продукти: сири тверді, сир, сухе молоко і сироватка, масло вершкове, молочний білок; солі-плавителі, за рахунок яких і відбувається процес плавлення, в результаті чого сир набуває характерного смаку і консистенції; стабілізатори, їх вводять, щоб надати необхідну консистенцію – від пастоподібної до скибкової, придатної для нарізання [5].

В Україні для вироблення плавлених сирів використовують переважно молочну сировину. Допускається використовувати некондиційні сичужні сири, які за фізико-хімічними показниками (волога, жир, хлорд натрію, кислотність) не відповідають вимогам нормативної документації, а також мають вади консистенції, форми і розміру. Для виготовлення плавлених сирів нового асортименту широко застосовують продукти, які виробляють з вторинних молочних ресурсів (маслянки, сироватки, знежиреного молока). Це дає змогу підвищити рентабельність виробництва плавлених сирів і поліпшити їх якість [4].

Для вироблення плавлених сирів використовують молочно-білкові концентрати для плавлення, що не містять лактози та мінеральних солей (казеїн,

казеїнат натрію, копреципітат, сироваткові білки). Якість плавленого сиру багато в чому залежить від правильного підбору сировини за його ступенем зрілості, активною кислотністю та органолептичними показниками. Перезрілі сири (ступінь зрілості понад 35 %) дають крихку, борошністу консистенцію з крупкою, а молоді (ступінь зрілості 9...15 %) - щільну, гумоподібну. Ступінь зрілості початкової сировини для плавлення впливає на здатність сирної маси до плавлення, на смак і консистенцію готового продукту.

Останніми роками у виробництві плавлених сирів намітився новий науковий напрям - використання структуроутворювачів органічної природи, здатних до певної міри крім структуризації виконувати і роль солей-плавителів. Ініціаторами цього напрямку є вчені ВНДІМС РАН (м. Углич), які розробили наукові принципи підбору речовин, що використовуються як структуроутворювачі сумісно з солями-плавителями при виробництві плавлених сирів [3].

Такі речовини повинні мати такі властивості: - забезпечувати диспергування основного структурного елемента білкового каркаса до розмірів 20...35 нм, рівень декальцинування - на 50...60 %, ступінь пептизації – 25...35 %; - гарантувати глибину гідролізу казеїну до субміцел з обмеженням приросту небілкового азоту; - регулювати концентрацію водневих іонів з тим, щоб одержати плавлені сири з рН 5,4...5,8; -мати здатність до підвищення гідратації казеїну, створюючи умови для додаткової іммобілізації води (7... 14 %), збільшення на 1,7... 2,7 % вмісту зв'язаної води, зниження в 2,0...2,5 раза вільної води порівняно з сичужними сирами; - забезпечувати формування зв'язнодисперсної коагуляційної структури, параметри реологій якої на порядок нижчі за ці показники для сичужних сирів. З врахуванням зазначених принципів і вимог до структуроутворювальних систем при розробленні плавлених сирів нового покоління, проведено дослідження з вибору харчових добавок, виходячи з їхніх функціональних властивостей. Вважають, що харчові добавки мають регулювати, стабілізувати і формувати консистенцію продукту, брати участь в обмінній взаємодії з іонами водню, металами (особливо кальцієм). Перспективними структуроутворювачами органічного походження є харчові добавки, що з хімічного погляду представляють полімери модифікованих вуглеводів або целюлози [6].

Органічні структуроутворювачі отримують із тваринної сировини - желатин; рослинної сировини - камедь, пектин, агароїди, а також з речовин, одержаних штучно (напівсинтетичним способом), у тому числі з природних джерел (модифікована целюлоза, крохмалі

Висновок. Вживання немолочних інгредієнтів у складі плавлених сирів дає змогу зменшити витрати натурального молока і молочного жиру, знизити собівартість продукту, підвищити рентабельність виробництва і його конкурентоспроможність. З іншого боку, це дає можливість розширити асортимент і підвищити біологічну цінність плавлених сирів за рахунок збалансованого амінокислотного, жирнокислотного і мінерального складу відповідно до вимог фізіологічних норм харчування.

Список використаних джерел

1. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.
2. Шевченко О. Є. Удосконалення споживчих властивостей комбінованого плавленого сиру з використанням рослинного білка. К., 2012. с.50-51.
3. Остроумов Л. А. Расширение ассортимента плавленых сырных продуктов. Одесса. 2011. № 2. С. 36-37.
4. Гошкодер С.А. Науково-практичні основи технології переробки молока і молочних продуктів. Конспект лекцій. СНАУ, 2012. с. 36-38.
5. ДСТУ 4635:2006 «Сири плавлені. Загальні технічні умови».
6. Капрельянц Л.В., Юргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса, 2003. 312 с.

Вікторія ПАВЛЮК⁶,

студентка 2 курсу,
факультету технологій виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВПЛИВ ОХОЛОДЖЕННЯ МОЛОКА НА МІКРООРГАНІЗМИ

***Анотація** Молоко високої якості неможливо отримати без охолодження. Воно є одним із основних факторів збереження якісних показників свіжонадоєного молока. В неохолодженому молоці швидко збільшуються кислотність та кількість мікроорганізмів, що значно погіршує його санітарну якість.*

***Annotation.** High quality milk cannot be obtained without refrigeration. It is one of the main factors in maintaining the quality indicators of freshly milked milk. In uncooled milk, acidity and the number of microorganisms rapidly increase, which significantly worsens its sanitary quality.*

***Вступ.** Молоко - надто чутливий харчовий продукт. З ним необхідно дуже обережно поводитися, аби гарантувати бездоганність продукції, котру купують споживачі. Саме тому чистоті під час доїння і старанному очищенню та дезінфекції доїльного устаткування і місткостей для зберігання молока слід приділяти виняткову увагу. Зокрема, обов'язковою умовою, що гарантує якість молока, є його охолодження, яке повинно бути стабільним аж до його переробки.*

Сире молоко найвищої якості має бактеріальне обсіменіння 100 тисяч мікроорганізмів на один мілілітр. Молоко окислюється внаслідок мікробно

⁶*Науковий керівник - кандидат технологічних наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Соломон А.М.

обумовленого утворення гліколевої кислоти .

Молоко високої якості неможливо одержати без охолодження. Воно є одним із основних факторів збереження якісних показників свіжонадоєного молока. Дані численних досліджень, проведених у нашій країні і за кордоном, а також досвід роботи багатьох господарств свідчать, що в неохолоджену молоці швидко збільшуються кислотність та кількість мікроорганізмів , що значно погіршує його санітарну якість.

Виклад основного матеріалу. Найістотнішими змінами у молоці є мікробіологічні та біохімічні. Молоко у вимені тварини майже не містить мікроорганізмів. Більш того, щойно видоєне молоко має бактерицидні властивості. Завдяки наявності таких бактерицидних речовин, як лактенін, лізоцим та поверхнево-активний фосфоліпід розвиток бактерій у ньому пригнічується.

Вони призводять до скисання молока: внаслідок утворення молочної кислоти частки казеїну коагулюють, руйнуючи структуру молока. Якщо молоко охолоджене, то розмноження та розвиток мікроорганізмів значно вповільнюються. Саме тому на фермах молоко має бути як найшвидше охолоджене.

Розвиток мікрофлори уповільнюється при наближенні до точки замерзання. Але деякі мікроорганізми лише якісно видозмінюються, зокрема, такі як психрофіли спроможні активно розвиватися при температурі 0-5°C. Тобто загроза мікробіологічного забруднення залишається, незважаючи на значні енергетичні затрати.

Для збереження первинних властивостей і подовження бактерицидної фази молоко фільтрують і охолоджують одразу після видоювання до 4 - 8°C в теплообмінних апаратах. Для цього застосовують холодну воду, розсіл та ін. У цьому разі охолодження здійснюється швидко - впродовж кількох хвилин. Якщо молоко з ферм після кожного доїння одразу відправляють на підприємство, то недоцільно проводити низькотемпературне охолодження. В таких випадках температуру охолодження обирають залежно від часу, який проходить із моменту охолодження молока до моменту доставки його на підприємство. Якщо цей проміжок не перевищує 6 год., то молоко охолоджують до 8°C, якщо 12 год. до 6°C, а якщо 24 год. до 4°C.

Засоби ефективного охолодження молока. Виробництво високо якісних і екологічно безпечних продуктів харчування і сировини потребує значного збільшення об'ємів застосування технологічного холоду. Для цієї мети тільки в 2019 році на світовому ринку було реалізовано більше 100 млн. стаціонарних холодильних установок і близько 30 млн. транспортних холодильних агрегатів .

На виробництво холоду використовується більше 10% всієї виробленої енергії. Одним з ефективних шляхів зниження витрат енергії є максимально можливе використання природного холоду як одного з важливих екологічно чистих джерел енергії. Для цього рекомендують, особливо, в приватному секторі, використовувати крижану воду, а для накопичення холоду - кригосховища.

Досить ефективним засобом запобігання інтенсивному розмноженню в

молоці мікроорганізмів та збереження його високої якості є охолодження під час доїння в потоці. При цьому, як свідчать дані багатьох дослідників, суворе дотримання санітарних правил на всіх етапах виробництва і переробки у багато разів зменшує бактеріальне обсіменіння молока і є головним гарантом його високих гігієнічних властивостей.

Свіжонадоєне молоко, згідно з ДСТУ 3662:2018, після очищення від механічних домішок охолоджують до температури 8 °С - не пізніше ніж через 2 год. після закінчення доїння. При доїнні корів на доїльних установках з молокопроводами молоко охолоджується в потоці на пластинчастих охолоджувачах. Молоко, охолоджене на пластинчастому охолоднику за допомогою води, треба доохолоджувати на спеціальних холодильних установках або в резервуарах-охолоджувачах.

Тепло, яке одержують при охолодженні молока, не випускають в атмосферу, а подають в накопичувач технічної води через потужний теплообмінник. З цією метою холодильна установка повинна бути оснащена конденсатором водяного охолодження. При охолодженні 1,5 літра молока з 35 до 4°С одержують енергію, котра нагріває 1 літр води з 15 до 60°С. При відсутності холодильних установок молоко охолоджують у басейнах з проточною холодною водою або льодосольовою сумішшю в металевих бідонах. Таке охолодження молока є найпростішим, дешевим і доступним на невеликих фермах.

Санітарними і ветеринарними правилами для молочних ферм і допоміжних господарств заборонено змішувати охолоджене і свіжонадоєне молоко. Порушення цього правила більшістю господарств є головною причиною продажу державі молока низької якості.

Встановлено, що одним з найчастіших порушень, яке призводить до зниження якості молока, є змішування охолодженого молока вечірнього надою із свіжонадоєним вранішнім. Зауважимо, що навіть при мінімальній кількості мікроорганізмів в охолодженому і свіжонадоєному молоці після їх змішування відбувається бурхливий ріст мікрофлори, і за короткий час молоко втрачає свої санітарно-гігієнічні якості внаслідок високого бактеріального обсіменіння і оцінюється як несортове. При змішуванні партій молока, різних за величиною і ступенем охолодження, якість змішаного молока знижується тим швидше, чим більшою є партія охолодженого молока. Пояснюється це тим, що відбувається інтенсивний ріст мікрофлори охолодженої частини молока, температура якої при змішуванні підвищується, що і дає імпульс для бурхливого розвитку мікроорганізмів. Змішування молока не впливає на загальне обсіменіння тільки тоді, коли різниця в температурі партій молока, які змішували, не перевищувала 2 °С. Це треба враховувати в практичній роботі молочних ферм, оскільки недотримання його зводить нанівець роботу всього колективу.

Висновки. Як показує передовий досвід господарств та дослідження вчених, щоб запобігти розвитку бактерій у молоці та попередити зміни його технологічних властивостей потрібно забезпечити виробництво сучасним холодильним устаткуванням, дотримуватись певних правил охолодження молока, належне зберігання, що дасть змогу досягти високої якості молока.

Список використаних джерел

1. Соломон А. М. Нові підходи до удосконалення якості та безпеки молока . *Зб. наукових праць ВДАУ «Сучасні проблеми підвищення якості, безпеки виробництва та переробки продукції тваринництва»*. Вінниця. 2018. Вип. 34. т. 1. С. 221 – 225.
2. Остап'юк С. Д. Вдосконалення методології впровадження системи НАССР, як системи управління якістю на молокопереробних підприємствах : дис. кандидата техн. Наук. Львів, 2017. 142 с.
3. Новгородська Н. В. Вплив паратипових факторів на термостійкість молока. *Збірник наукових праць ВНАУ. «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018, № 12. С. 138 – 146.
4. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Київ, 2018. 8 с.
5. Новгородська Н. В. Проблеми якості молока в Україні. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2015. Т. 17, № 1 (61). С. 72 –76.

Андрій СИРОЇД⁷,
Студент 1-го курсу,
Факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

БЕЗЛАКТОЗНА МОЛОЧНА ПРОДУКЦІЯ НА РИНКУ УКРАЇНИ

Анотація. У статті проаналізовані причини, що зумовили появу безлактозної молочної продукції. Розглянуто особливості виробництва даного виду продукції та складнощі, що виникають під час цього процесу. Також описано основні види безлактозних молочних продуктів, які представлені на ринку України.

Abstract. The article analyzes the reasons that led to the emergence of lactose-free dairy products. The peculiarities of production of this type of product and the difficulties that arise during this process are considered. The main types of lactose-free dairy products on the Ukrainian market are also described.

Вступ. Споконвічно так склалося, що українці майже щодня вживають молочні продукти. Переважно це молоко, вершкове масло, кефір, йогурт. В останні роки зросла кількість населення, яке страждає на гіполактазію –

⁷*Науковий керівник: д. с.-г. н., професор кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Яремчук О.С.

непереносимість лактози, яка міститься в молоці великої рогатої худоби. Це стало рушійною силою для пошуку альтернативних видів молочної продукції.

Виклад основного матеріалу. Ще декілька десятиліть тому ніхто і не знав, що таке непереносимість лактози, але сьогодні ж це дуже актуальна тема.

Непереносимість лактози - це вроджена чи набута складова організму, яка характеризується зниженням рівня активності лактази.

Лактоза – важливий дисахарид, який відповідає за всмоктування кальцію та інших мінеральних речовин в кишківнику, а також сприяє розмноженню корисних для організму кисломолочних бактерій. Недостатність лактази у дітей була описана в 1957 р., а у дорослих людей – в 1963 р. і спочатку вважалася досить рідкісним захворюванням.

Однак, як свідчать останні дані, більш 50 млн дорослих жителів США погано переносять молоко і молочні продукти через дефіцит лактази. 20-30% наших співвітчизників також страждають тим або іншим ступенем гіполактазії.

На рис.1 наведено карту непереносимості лактози по країнах світу.

Як відомо, кишковий фермент лактаза розщеплює в тонкій кишці молочний цукор (лактозу) на глюкозу і галактозу.

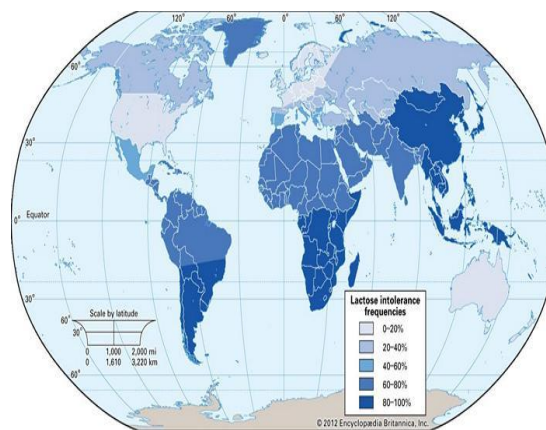


Рис. 1 Карта непереносимості лактози в світі [1]

За відсутності лактази молочний цукор переміщається в товсту кишку, де і піддається гідролізу бактеріальними ферментами з утворенням молочної і оцтової кислот і вивільненням водню і двоокису вуглецю. Внаслідок цього підвищується осмотичний тиск в порожнині кишечника. Це призводить до посиленого надходження води в товсту кишку з подальшим збільшенням обсягу вмісту і прискореного його пасажу [2, 3].

Основними симптомами непереносимості лактози є здуття, біль в животі, діарея, загальна слабкість, нездужання та навіть судоми.

Молочна продукція відіграє важливу в повсякденну раціоні харчування населення. Люди, які страждають на гіполактазію, змушені відмовитися від звичайних молочних продуктів. Це призвело до зростання попиту на безлактозні молочні продукти. [5].

В табл.1 наведено асортимент безлактозної продукції на ринку України:

Таблиця 1

Асортимент безлактозної продукції на ринку України.

Глибина асортименту Торгова марка	Йогурт 1,5% безлактозний	Кефір 2,5% безлактозний	Масло безлактозне	Молоко 2,5% безлактозне	Сир 5% безлактозний	Сирки глазуровані безлактозні	Сметана 15% безлактозна	Ряжанка 4% безлактозна
ТМ «Волошкове поле»	+	+	+	+	+	+		
ТМ «Галичина»	+			+	+			
ТМ «На здоров'я»		+		+			+	+
ТМ «Ферма»				+				
ТМ «Яготинське для дітей»	+	+		+	+			
ТМ «Lactel»				+				

Деякі вітчизняні молочні компанії, наприклад, ТМ «Галичина», ТМ «На здоров'я», ТМ «Яготинське для дітей», ТМ «Ферма» та інші, додали до свого асортименту продукцію без лактози або з низьким її вмістом.

Найбільшим попитом серед споживачів молочної безлактозної продукції користується молоко [4].

Для експериментальних дослідження ми обрали молоко від трьох торгових марок – зразок №1, зразок №2 і зразок №3. Крім органолептичних показників оцінювалася упаковка і маркування.

За результатами перевірки упаковки і маркування зразок №1 отримав оцінку «відмінно», зразок №2 і зразок №3 – «добре». На упаковках усіх трьох зразків міститься вичерпна інформація про продукт (назва, склад, спосіб приготування, умови зберігання, строк придатності).

Але зразок №1 містить більш розширені відомості про застосування у дітей (призначене для дітей від 9 міс). Результати перевірки маркування наведені в таблиці 2.

Органолептичне дослідження включало оцінювання за зовнішнім виглядом і консистенцією продукту, кольором, смаком і запахом.

Колір молока – білий або трохи жовтуватий, запах приємний, специфічний. Смак злегка солодкуватий. Консистенція однорідна, не тягуча, без слизу і пластівців білка.

Таблиця 2

Результати маркування

№ з/п	Дані, що зазначаються у маркуванні	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
1.	Найменування продукту	Молоко коров'яче питне безлактозне ультрапастеризоване 2,5% жиру	Молоко ультрапастеризоване безлактозне 2,5% жиру	Молоко ультрапастеризоване безлактозне 2,5 % жиру
2.	Склад продукту	Молоко коров'яче нормалізоване, фермент лактаза	Молоко коров'яче незбиране, молоко знежирене, фермент лактаза	Молоко коров'яче нормалізоване, фермент лактаза
3.	Номер стандарту, відповідно до якого виготовлено товар	ТУ У 10.8-34480442-004:2012	ТУ У 10.5-35757383-001:2019	ТУ У 10.5-33548609-015:2012
4.	Термін і умови зберігання	90 діб за температури +1...25°C	90 діб за температури +1...25°C	180 діб за температури до 25°C
5.	Мова, якою нанесене маркування	Українська	Українська	Українська
	ОЦІНКА:	Відмінно	Добре	Добре

Результати органолептичних досліджень безлактозного молока наведено в таблиці 3.

Отже, всі зразки отримали оцінку «відмінно».

Безлактозні молочні продукти почали виготовляти в США. У технології виготовлення безлактозного молока використовують лактазу для гідролізу лактози, що міститься в молоці. Цей метод має свої недоліки. В результаті гідролізу утворюється глюкоза і галактоза. Регулярне вживання такого молока може призвести до підвищення рівня глюкози у людей, які страждають на цукровий діабет.

Таблиця 3

Результати органолептичних досліджень.

№ з/п	Найменування	Вимоги до якості	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
1.	Консистенція	Однорідна рідина без осаду	Однорідна рідина без осаду	Однорідна рідина без осаду	Однорідна рідина без осаду
2.	Смак і запах	Без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів	Приємний запах пастеризації, без сторонніх запахів і смаків	Приємний запах пастеризації, без сторонніх запахів і смаків	Приємний запах пастеризації, без сторонніх запахів і смаків
3.	Колір	Білий, зі злегка жовтим відтінком	Білий з легким жовтим відтінком	Білий з легким жовтим відтінком	Білий з легким жовтим відтінком
ОЦІНКА:			Відмінно	Відмінно	Відмінно

Висновки. Почувши діагноз непереносимість лактози, деякі люди повністю виключають молочні продукти з свого раціону. Але це може негативно позначитися на здоров'ї людини. Відмова від молочних продуктів може призвести до ослаблення імунітету, погіршення роботи шлунково-кишкового тракту, а також до дефіциту поживних речовин. Безлактозна молочна продукція дає можливість людям з непереносимістю лактози мати повноцінний харчовий раціон, включаючи молоко, кефір, йогурт та ін., які є джерелом білків, вітамінів і мікроелементів. Проаналізувавши вітчизняний ринок безлактозної продукції, можна зробити висновок, що люди з непереносимістю лактози можуть купити будь-які молочні продукти без вмісту лактози.

Список використаних джерел

1. Карта несприйняття лактози по країнам світу URL: https://elementy.ru/kartinka_dnya/317/Molochnyy_sakhar/t25195/Meditsina
2. Навчальний посібник ензіопатії 2011. http://medu.pp.ua/vnutrennie-bolezni_718/sindrom-gipolaktazii.html
3. База патентів України. Спосіб приготування безлактозних молочних продуктів або молочних продуктів зі зниженим вмістом лактози <https://uapatents.com/5-93265-sposib-prigotuvannya-bezlaktoznych-molochnikh-produktiv-abo-molochnikh-produktiv-zi-znizhenim-vmistom-laktozi.html#bottom>
4. https://korisno.24tv.ua/shho-trapitsya-organizmom-yakshho-vidmovitisya-ostanni-novini_n1556919
5. <https://galychyna.com.ua/>

Світлана РЕЗНІК⁸,
студентка 2-го курсу,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

БІЛКОВОМОЛОЧНІСТЬ – ПРОБЛЕМА ЗАГАЛЬНОДЕРЖАВНОГО ЗНАЧЕННЯ

Анотація. Молоко повноцінна і незамінна їжа для новонароджених тварин, а також необхідне для харчування людини будь-якого віку, оскільки містить усі необхідні для життєдіяльності організму речовини. На сьогоднішній день в Україні представлено велике різноманіття молочних продуктів, починаючи від кефіру і закінчуючи високоякісними твердими сирами. Їхньою основою є молочний білок. Білки є найбільш цінним компонентом їжі.

Метою даної статті є наукове обґрунтування молока і молочних продуктів, дослідження впливу чинників на вміст білка і їхній білковий склад. Вміст білка в молоці є побічним показником енергетичної щільності раціону корів. Годівля корів високоякісними, об'ємними кормами- підвищує жирність і білковість молока. Якість молока має відповідати усім його якостям. Для цього виводять нові породи за білковомолочністю. Дослідження, що корови однієї породи, залежно від регіону розведення, кліматичних умов, годівлі й утримання дають молоко, яке різниться за кількісними показниками поживних речовин.

Annotation. Milk is a complete and indispensable food for newborns, as well as necessary for human nutrition at any age, as it contains all the substances necessary for the body's vital functions. Today in Ukraine there is a great variety of dairy products, from kefir to high-quality hard cheeses. They are based on milk protein. Protein is the most valuable component of food.

The purpose of this article is the scientific substantiation of milk and dairy products, the studied influence of factors on protein content and their protein composition. The protein content of milk is an indirect indicator of the energy density of the diet of cows. Feeding cows with high-quality, voluminous feed increases the fat content and protein content of milk. The quality of milk must correspond to all its qualities. To do this, new breeds are bred for protein milk yield. It has been studied that cows of the same breed, depending on the region of breeding, climatic conditions, feeding and keeping, produce milk, which differs in quantitative indicators of nutrients.

Вступ. Молоко та молочні продукти є одними з найважливіших продуктів

⁸*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Соломон А.М.

харчування для людини. Вміст білкових речовин у коров'ячому молоці коливається від 2,8 до 3,8 %, у середньому – близько 3,3 %, в тому числі казеїну близько 82 %, альбуміну 12 % і глобуліну 6 % загальної кількості білків молока.

Перетравність казеїну становить 95 %, молочного альбуміну – 97 %, що значно вище за перетравність альбуміну курячого яйця. Ось чому він є таким важливим у харчуванні людини і особливо дитини. Зниження цих показників, неякісна або фальсифікована сировина призводить до виробництва молочних продуктів, що не відповідають нормам, містять додаткові речовини, замінники та інші добавки.

Білкомолочність — важливий показник молочної продуктивності корів. У країнах з високоінтенсивним молочним скотарством оцінка корів за білкомолочністю проводиться давно і у великих масштабах.

Масовий контроль за вмістом білка в молоці корів та використання цього показника в селекційному процесі проводять у США, Німеччині, Данії, Австрії та інших країнах. У країнах Європейського Союзу зусилля спрямовуються на отримання молока зі значно більшим вмістом білка.

Молоко та молочні продукти – найважливіші продукти харчування.

За хімічним складом молоко є повноцінним продуктом, сухі речовини якого засвоюються на 92–97%. За даними наукових досліджень, корова посідає перше місце серед інших сільськогосподарських тварин за коефіцієнтом засвоєння кормів.

Молоко складається з великої кількості (більш як 150) компонентів: азотовмісні, мінеральні, жир, вітамінні та ін., а також їх складові. Вода молока є середовищем (плазмою), у якому розподілені або розчинені всі речовини-складники. Вони перебувають у різних фізичних станах. Так, білки перебувають у колоїдному (набухлому) стані. Розмір часточок білків альбуміну і глобуліну — 15–50 мілімікрон, часточки білка казеїну більші — 100–200 мілімікрон (мілімікрон = 1/1000 мікрона).

Білкові речовини молока містять усі потрібні для людини амінокислоти, в тому числі й такі, що в організмі не синтезуються (незамінні) і повинні надходити з їжею.

Вміст білка в молоці є побічним показником енергетичної щільності раціону корів — перенасичення або недостатньої кількості енергії в їх раціоні. Низький вміст білка в молоці засвідчує про нестачу енергії, а підвищений вміст — про надмірну кількість її в раціоні корів.

Таблиця 1

Хімічний склад білків молока.

Елементи	Білки молока, %			Елементи	Білки молока, %		
	казеїн	альбумін	глобулін		казеїн	альбумін	глобулін
Вуглець	53,5	52,51	51,86	Водень	7,13	7,1	6,96
Кисень	22,14	23,04	24,62	Фосфор	0,71	-	0,24
Азот	15,8	15,43	15,44	Сірка	0,72	1,92	0,86

Для визначення білка у молоці використовують найточніший метод Кьельдаля. Він є стандартним — до нього прирівнюють показники вмісту білка, визначені іншими методами. Проте цей метод потребує багато часу і відповідних лабораторних умов. У багатьох випадках з успіхом користуються методами формального титрування — рефлектиметричним і колориметричним. Ці методи визначення білка в молоці є відносно точними і можуть бути впроваджені в практиці роботи молокоприймальних пунктів і племінних господарств. У практиці зарубіжних країн використовують експрес-методи з дією інфрачервоного пучка променів.

Без впровадження сучасних методів контролю вмісту білка в молоці важко очікувати ефективної дії не тільки нового ДСТУ, а й проведення індивідуального контролю тварин, тобто ведення селекційно-племінної роботи в скотарстві.

Виробництва молока у Вінницькій області та Україні знаходиться на невисокому рівні, що видно з даних таблиці 1.

Таблиця 2

Динаміка виробництва молока у Вінницькій області та Україні.

Рік	Вінницька область		Вироблено молока по Україні, тис. т
	Поголів'я, тис. гол.	Вироблено молока, тис. т	
2012	275,4	778,5	14142,4
2013	269,9	778,4	13661,4
2014	247,8	771,5	13709,5
2015	235,9	849,0	13714,4
2016	230,8	851,6	13286,9
2017	217,4	829,8	12262,1
2018	208,7	840,1	11761,3
2019	192,6	841,9	11609,6
2020	183,6	836,1	14142,4
2021	179,1	838,2	11093,5

Тому постає питання, щоб при таких умовах сировина для виробництва білковомолочних продуктів була кращої якості.

Таблиця 3

Вміст жиру та білку в молоці.

Показники	З сільськогосподарських підприємств, %		З господарств населення, %	
	коливання	середнє	коливання	середнє
Вміст жиру в молоці, %	3,42 – 4,15	3,52	3,32 – 3,9	3,46
Вміст білка в молоці, %	3,0 – 3,3	3,1	2,8 – 3,1	3,0
Співвідношення між жиром та білком	-	1,14: 1	-	1,15: 1

Якість молока має два визначення: перше — санітарно-гігієнічні

характеристики: свіжість, чистота, кислотність, бактеріальна забрудненість тощо; друге — наявність у ньому основних поживних речовин і вітамінів

Важливим чинником є спадковість, оскільки вона зумовлює успадкування вмісту білка на 48-60%. Тварина з низькопродуктивними батьками не зможе досягти високих показників. Генетичний вплив на склад молока утримується тривалий час. Оскільки середній вміст білка по області знаходиться на рівні 2,85%, що є нижче за норматив при прийманні молока на переробку, цей фактор був основним при створенні нових порід і сьогодні розробляються і впроваджуються у дію нові програми селекції тварин щодо покращення окремих показників, особливо частки білка у молоці і величини надою.

Встановлено, що корови однієї породи залежно від регіону розведення, кліматичних умов, годівлі й утримання дають молоко, яке різниться за кількісними показниками поживних речовин. Отже, характеризуючи молоко корів різних порід, слід враховувати кліматичні, кормові та інші умови господарства.

Встановлена також і внутрішньопорідна різниця за вмістом білка в молоці корів і доведено, що за цією ознакою вона більша, ніж міжпорідна. Це свідчить про можливість селекції удосконалювати породи худоби за білковомолочністю. В Україні молоко української чорно-рябої породи містить жиру 3,67%, білка — 3,12%, а червоно-рябої, відповідно, — 3,84 і 3,31.

Поряд з цим існує ряд факторів впливу навколишнього середовища. Одним із них є сезон року. Доведено, що у весняно-літній період вміст білка знижується на 0,1-0,2%. Дана зміна пов'язана з системою утримання у нашій країні і через це відбувається недоотримання молочного білка у цей період, порівняно круглорічно-стійловою системою, при якій тварина не зазнає стресу і може великою мірою проявити свої продуктивні якості. Подібний вплив на якість молока мають і параметри мікроклімату, під дією яких можуть як покращуватись, так і пригнічуватись фізіологічні процеси виробництва складових молока.

Годівля корів забезпечує продукування молока, зумовленого спадковістю щодо його складу. Відомо, що згодовування високоякісних об'ємистих кормів — сіна і зелених кормів із бобових, силосу кукурудзяного, а також макухи, сої, шротів — підвищує жирність і білковість молока. Протеїнова годівля не є вирішальною для підтримки концентрації білка. Проте якщо в раціоні корів перетравного протеїну менше норми (норма — 95–100 г на 1 к.од.), то вміст білка в молоці знижується. Із збільшенням вмісту протеїну в раціоні дещо підвищується і вміст білка в молоці, однак перегодівля ним шкідлива для тварин й економічно не вигідна.

Висновок. Білок молока повноцінний і легкозасвоюваний. Вміст білка у молоці є одним із найважливіших факторів у виробництві багатьох продуктів харчування таких як твердий сир, кисломолочні напої та сирні продукти. Найбільший вплив на цей показник мають генетичні фактори. Тому отримання сировини високої якості і потрібного складу та створення нових порід з покращеними продуктивними показниками є головними питаннями для держави

і для їх вирішення потрібно враховувати всі чинники, що можуть тією чи іншою мірою вплинути на них.

Список використаних джерел

1. Русько Н. П. Оцінка вмісту протеїну в молоці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 3. С. 83-87.
2. Демкевич Л.І. Моніторинг ринку молока. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. № 21.6. С. 152-155.
3. Добрянський В. Білковомолочність – проблема загальнодержавного значення. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 11-13.
4. Кос В.Ф., Музика Л.І., Коваль Д.А. Значення негенетичних факторів у селекційноплемінній роботі з великою рогатою худобою. *Сільський господар*. 2003. № 5-6. С 14-15.

Жана ЕЛЬ АСТАЛ⁹,
Студентка 2-го курсу,
Факультету технологій виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

***Анотація.** На сьогоднішній день виробництво кисломолочних продуктів поширене у багатьох країнах світу. Кисломолочні продукти розглядаються як база для здорового харчування людини, яка сприяє збереженню здоров'я, попередженню різноманітних захворювань і збільшенню тривалості життя. Головне завдання полягає в «живих продуктах». Кисломолочні продукти містять молочнокислі бактерії, які пригнічують ріст і розвиток хвороботворних і гнильних мікроорганізмів. Також вони виконують функції забезпечення організму необхідними поживними речовинами і корисними біологічно активними продуктами.*

Мікрофлора традиційних кисломолочних продуктів є різноманітною. Головна характеристика особливості – поєднання великого числа штамів як молочнокислої, так і дріжджової мікрофлори. Ще з давніх часів використовували кисломолочні продукти не тільки в їжу, але й у вигляді цілющих засобів від багатьох хвороб. Саме тому традиційні кисломолочні продукти є невичерпним джерелом для інновацій в даній сфері.

***Anotation.** Today, the production of dairy products is widespread in many*

⁹*Науковий керівник - кандидат технологічних наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Соломон А.М.

countries. Fermented milk products are considered as a basis for healthy human nutrition, which contributes to maintaining good health, preventing various diseases and increasing life expectancy. The main task of fermented milk products is that they are “live products”. Fermented milk products contain lactic acid bacteria that inhibit the growth and development of pathogens and putrefactive microorganisms. They also perform the functions of providing the body with essential.

The microflora of traditional fermented milk products is quite diverse. Its main distinguishing feature is the combination of a large number of strains of both lactic acid and yeast microflora. On the other hand, since ancient times, fermented milk products have been used, not only for food, but also as a healing remedy for many diseases. That is why traditional fermented milk products are an inexhaustible source of innovation in this area.

Вступ. Проаналізувавши різноманітні літературні джерела, як сучасних видань, так і минулих років, можна зробити висновок, що інтерес до традиційних кисломолочних продуктів завжди був і досі залишається досить значним.

Головними завданнями досліджень в даній сфері є отримання промислових продуктів, що відповідають за якістю і властивостями продуктів домашнього походження і пояснити лікувальні та функціональні властивості, історично приписувані традиційному кисломолочному напою.

На сьогоднішній день є кілька критеріїв, згідно з якими визначається належність того чи іншого продукту до функціональних. Функціональність традиційних кисломолочних продуктів, як правило, пов'язана з їх пробіотичними властивостями [1].

Пробіотики – це живі клітини мікроорганізмів або компоненти живих клітин, які при застосуванні в адекватних кількостях викликають поліпшення здоров'я організму-господаря [5]. Для того, аби мікроорганізм вважався пробіотичним, він повинен володіти технологічними і фізіологічними властивостями. З технологічної точки зору він має бути фено- і генотипічно класифікованим, стійким до несприятливого середовища шлунка (підвищена кислотність і жовчні солі). Фізіологічні аспекти включають позитивну дію пробіотика на макроорганізм: пригнічення росту патогенної мікрофлори, продукування бактеріоцинів, стимулювання імунорегуляції, антиракові властивості. [2].

При визначенні функціональності традиційних продуктів основна проблема полягає саме в багатокомпонентності мікрофлори. Перший етап зазвичай полягає у виділенні та ідентифікації мікроорганізмів продукту, потім вивчаються їхні пробіотичні та імунологічні властивості. Дослідження пригнічення росту патогенних мікроорганізмів є обов'язковим елементом.

Найважливішою властивістю пробіотиків є здатність мікроорганізмів пристосуватись до кишкового епітелію. Вони приєднуються до епітелію за допомогою рецепторів, чим забезпечують колонізаційну резистентність.

Сприятливий вплив дріжджів на функціональну цінність кисломолочних та інших харчових продуктів відомо досить давно [3]. Дріжджі підвищують

харчову цінність продуктів, синтезуючи ряд вітамінів, особливо аскорбінову кислоту і вітаміни групи В, ряд штамів, вже визначених як пробіотики, підвищують загальну прохідність шлунково-кишкового тракту і стійкі до впливу більшості антибіотиків. Крім цього дріжджі мають виражену антибактеріальну дію відносно сторонньої технічно шкідливої мікрофлори молочних продуктів (цвіль, маслянокислі бактерії) і щодо хвороботливих мікроорганізмів.

Роблячи висновки, можна зазначити, що інтерес до традиційних кисломолочних продуктів величезний, оскільки різноманітність їх мікрофлори, специфічні смакові характеристики, підтверджені віковим досвідом лікувально – профілактичних властивостей, дають можливість не тільки повторювати технології традиційних продуктів, а й моделювати нові.

Виклад основного матеріалу. Використання багатоштамових заквасок в технології кисломолочних продуктів широко розповсюджене й застосовується вже не одним поколінням фахівців молочної промисловості. Майже з самого початку застосування кисломолочних продуктів був встановлений принцип складання заквасок з двох або більше штамів. Завдяки цьому принципу можна створити закваску більш різнобічної якості шляхом введення штамів, що підвищують активність, поліпшують аромат, консистенцію продукту. Крім того, при використанні декількох штамів одного виду має сприяти більшій стійкості закваски до несприятливих умов: якщо під впливом їх один-два штами втратять свою активність, сквашування буде здійснено іншими штамами.

Метою даної роботи є наукове обґрунтування кисломолочного напою змішаного бродіння з підвищеною біологічною цінністю і стабільною якістю на основі традиційних кисломолочних продуктів.

Одноштамові закваски до останнього часу широко застосовували в Австралії і Новій Зеландії при виробництві масла і сиру. Перевага цього принципу полягає в тому, що штами можуть бути ретельно вивчені, підібрані до умов виробництва і при підборі заквасок не потрібно вносити коригування на можливі зміни в метаболізмі бактерій при спільному культивуванні. Проте, такі закваски мають суттєві недоліки, а саме неможливо поєднувати в одній культурі властивості активних кислото- і ароматоутворювачів.

Саме багатокomпонентні закваски дозволяють досягти необхідних органолептичних та фізико-хімічних властивостей готового продукту. Наприклад, при отриманні кислого молока і сиру застосовують *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis*. Ці види, а також *Lactococcus lactis ssp. cremoris* вводять в закваски і для отримання сметани.

Нові види кисломолочних продуктів, як правило, конструюються з використанням багатокomпонентних заквасок, до складу яких включені мікроорганізми, що утворюють симбіози або консорціуми при спільному розвитку [4]. Це дозволяє отримати кисломолочний продукт зі зниженою кислотністю, але володіє пробіотичними характеристиками.

Крім молочнокислих мікроорганізмів сьогодні широко використовуються і біфідобактерії [3]. Для отримання кисломолочного продукту готують молочну суміш, яку пастеризують і охолоджують до температури заквашування. Потім

вносять комбіновану закваску в кількості 3-5% з культур біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій, ацидофільної палички і лактококів. Сквашування здійснюють при температурі 32-37°C до утворення згустку кислотністю 90-105°Т, після цього проводять зневоднення згустку до досягнення масової частки вологи в готовому продукті 83-85 %, охолоджують і фасують. Використовувані культури дозволяють посилити пробіотичні властивості продукту і підвищити його якість. Пропонується технологія кисломолочного продукту, який заквашується чистими культурами термофільного стрептококу, концентрату живих біфідобактерій з вихідним титром 108-109 КУО. Нормалізоване молоко змішується з вівсяними пластівцями, нормалізовану суміш гомогенізують і пастеризують потім отриману суміш охолоджують до температури заквашування, додають в неї закваску чистих культур термофільного стрептокока спільно з концентратом живих біфідобактерій. Автори також пропонують метод отримання кисломолочного продукту з використанням штамів *Lactococcus lactis*, що сприяють розвитку *Bifidobacterium sp. bacteria*.

В останні роки все активніше до складу заквасочних культур включаються дріжджі. Причому крім модифікацій досить відомих продуктів: кефіру, айрану, створюються нові симбіотичні закваски з чистими культурами дріжджів, що позиціонуються і як культури, що надають смако-ароматичні властивості, так і як пробіотичні композиції [6].

Основна складність застосування багатоштамових заквасок – облік взаємовідносин мікроорганізмів. Відомо, що між мікроорганізмами заквасок мікрофлори можуть виникати такі види взаємин: симбіоз, антагонізм і паразитизм. Симбіотичні взаємини характеризуються взаємною користю, яку отримують два або більше мікроорганізмів при спільному розвитку. Під антагонізмом розуміють взаємну боротьбу між двома або кількома мікроорганізмами. Причинами антагоністичної дії можуть бути: конкуренція в споживанні необхідного живильного або ростового речовини; накопичення продуктів обміну, наприклад молочної кислоти; зміна рН; виділення специфічних антибіотичних речовин.

В результаті вивчення мікрофлори встановлено, що при розвитку в молоці спільної культури *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* кислотообразование відбувається інтенсивніше, ніж при розвитку кожної культури окремо [1].

Деякі штами молочнокислих стрептококів в суміші з іншими культурами того ж виду стають переважаючими, навіть якщо вони не продукують антибіотики [6]. Можливо, що це пов'язано з відмінностями в енергії розмноження, кислотоутворення, а також з відмінностями в стійкості до кінцевих продуктів бродіння, потреби в поживних речовинах.

Стійкість молочнокислих бактерій до етилового значно вище, ніж у самих дріжджів і більшості не молочнокислих бактерій. Деякі молочнокислі бактерії, виділені з вина, витримували вміст у середовищі до 20-22 % спирту. Молочнокислі бактерії, виділені з молочних продуктів, трохи чутливіші до спирту, але все ж витримують досить високі його концентрації 12-18 %. Дріжджі

в свою чергу проявляють високу стійкість до молочної кислоти - основного продукту життєдіяльності молочнокислих бактерій.

Висновок. Більшість кисломолочних продуктів є продуктами змішаного бродіння, для яких характерна наявність бактерій виду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Leuconostoc* і дріжджовий мікрофлорі *Candida*, *Saccharomyces*, *Kluveromyces*, процес сквашування напою змішаного бродіння може проводитися при температурі 40 ± 2 °C, з формуванням специфічних смакових характеристик.

Стимулювання зростання дріжджовий складової закваски - *Kluveromyces lactis* відбувається тільки при активному розвитку молочнокислої мікрофлори, сприяє підвищенню антагоністичних властивостей продукту по відношенню до деяких умовно-патогенних штамів мікроорганізмів.

Список використаних джерел

1. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології»*. 2018. № 3 (102). С. 168–179.
2. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. ОНАХТ. О.: «Поліграф». 2008. 234 с.
3. Соломон А. М., Полєвода Ю. А. Обґрунтування складу ферментованих продуктів з використанням рослинних наповнювачів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 126–134.
4. Капельянц Л.В., Юргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса, 2003. 312 с.
5. Соломон А. М., Полєвода Ю. А. Пробиотики і їх роль у виробництві кисломолочних продуктів спеціального призначення. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 3 (106). С. 56–65.
6. Соломон А. М., Полєвода Ю. А. Кисломолочні десерти збагачені біфідобактеріями. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 2 (105). С. 66–74.

Вікторія АНТОНЮК¹⁰,
студентка 2-го курсу,
факультету технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ПРЕБІОТИКИ І ЇХ РОЛЬ У ДІЄТИЧНОМУ І ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОМУ ХАРЧУВАННІ

***Анотація.** Результати досліджень останніх років доводять, що продукти харчування володіють не тільки поживною цінністю, але і певними фізіологічними властивостями, регулюють численні функції організму.*

Основні тенденції розробки сучасних кисломолочних продуктів функціонального призначення та критерії оцінки перспективних про біотичних культур і основні фактори, що впливають на здатність бактерій до виживання і збереження активності у продукті до надходження до шлунково-кишкового тракту.

***Annotation.** The results of recent research prove that food products have not only nutritional value, but also certain physiological properties that regulate numerous functions of the body.*

The main trends in the development of modern fermented milk products for functional purposes and the criteria for evaluating promising biotic cultures and the main factors affecting the ability of bacteria to survive and maintain activity in the product before entering the gastrointestinal tract.

Вступ. Структура харчування населення України нині не відповідає сучасним принципам раціонального харчування і практичної дієтології. Проблема організації і забезпечення правильного харчування людей, його адекватності і збалансованості є однією з найважливіших задач сумісної діяльності медиків, технологів, соціологів, системних аналітиків і розробників інформаційних систем. Тому створення функціональних харчових продуктів для різних вікових та етнічних груп населення необхідно вирішувати на основі медико-біологічних вимог, які враховують їх хімічний склад і біологічну цінність - вміст білка, жиру, вуглеводів, вітамінів, структурне співвідношення показників, що визначають їх біологічну цінність.

З огляду на екологічну ситуацію в Україні та світі, збільшення частоти захворювань, зростає актуальність розробки функціональних продуктів харчування.

^{10*}Науковий керівник - кандидат технологічних наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології Соломон А.М.

Їх одержують за інноваційними технологіями і розглядають як складний комплекс, що відповідає фізіологічним потребам організму людини та має яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості [1].

Про- та синбіотичні продукти позиціонуються як такі, що мають оздоровчі та лікувально-профілактичні властивості. Наявність доведеного корисного впливу на організм людини, пов'язаного з ідентифікованим компонентом харчового продукту і є обов'язковою умовою впровадження його як функціонального на ринок країн ЄС.

Виклад основного матеріалу. Молочні продукти є важливою складовою ринку продуктів функціонального призначення, які в Україні і країнах Європи складають близько 65 % від його загальної ємкості. Понад 80 % ринку молочних продуктів функціонального призначення представлено продуктами з про- та/або пребіотиками, 8 % – продуктами з БАР, близько 12 % складають інші продукти. Перша група найбільш динамічно розвивається і постійно поповнюється новими продуктами, оскільки на дисбактеріоз в Україні, за статистичними даними, хворіє 65 - 75 % населення. Аналіз цієї групи продуктів свідчить про те, що у більшості випадків їх пробіотичний вплив обумовлений регламентованою кількістю лактобактерій, тоді як кількість життєздатних клітин біфідобактерій у продуктах часто не відповідає вимогам нормативних документів, що знижує їх функціональний вплив на організм людини. В сучасних умовах необхідність розширення асортиментного ряду молочних продуктів функціонального призначення диктується демографічною ситуацією в Україні [2]. За функціональними властивостям молочні продукти можна об'єднати в такі групи, представлено у (рис.1).

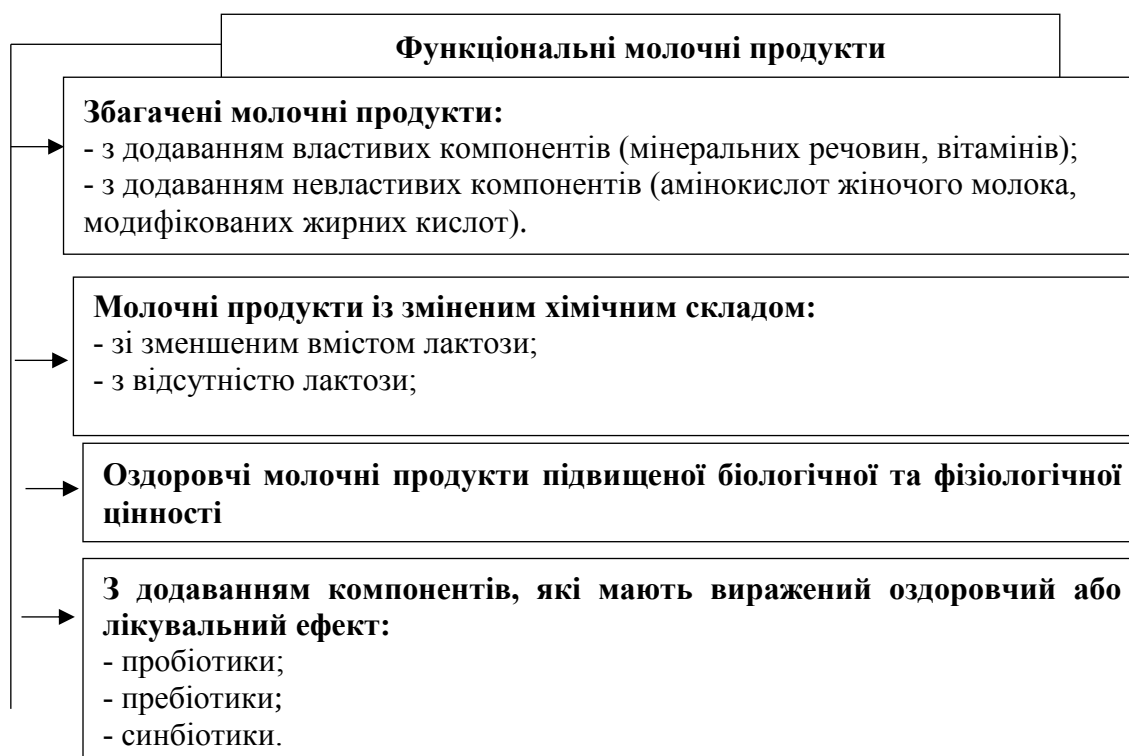


Рис. 1. Групи функціональних молочних продуктів

Такі категорії функціональних продуктів харчування на молочній основі як геродієтичні, діабетичні без додавання замінників цукру, продукти з підвищеними імуномодуючими, антиоксидантними, сорбційними властивостями тощо на споживчому ринку України не представлені, або представлені дуже слабо, що обумовлено відсутністю науково обґрунтованих та клінічно підтверджених технологій їх виробництва. Розробка нового асортименту науково обґрунтованих технологій молочних продуктів функціонального призначення, збагачених комплексами пробіотичних культур лакто- та/або біфідобактерій, біологічно активними речовинами, пребіотиками є актуальним для України на сучасному етапі завданням і потребує вирішення.

Кількість справжніх пробіотиків у світі з доведеним клінічним підтвердженням не така вже й значна. Найвідоміші пробіотики, які зареєстровані в Україні представлено у табл. 1.

Таблиця 1

Пробіотики, зареєстровані в Україні

<i>I покоління</i> <u>Монокомпонентні препарати</u> (містять один штам бактерій (біфідобактерій, лактобактерій та ін.)	Лактобактерин (суха речовина), Україна
	Біфідумбактерин (суха речовина)
	Біо-Гая (краплі)
	Колібактерин (суха речовина), Україна
	А-Бактерин (суха речовина), Україна
<i>II покоління</i> <u>Полікомпонентні</u> (антагоністи, що самостійно елімінуються з організму. Складаються зі спорових бацил та дріжджеподібних грибів)	Біфіформ-бебі (каплі), Данія
	Лінекс (капсули), Словенія
	Біфіформ (капсули), Данія
	Біфікол (флакони), Україна
<i>III покоління</i> <u>Комбіновані (симбіотики)</u> (містять кілька штамів бактерій. Бактерії, що входять до його складу можуть відноситись до одного або різних видів та посилюють дію один одного)	Лактовіт форте (капсули), Великобританія
	Лацидофіл (капсули), Україна
	Біфіформ дитячий (порошок)
	Лактив-ратіофарм (капсули, порошок, флакони), Італія
	Біфіформ комплекс (таблетки), Данія
<i>IV покоління</i> <u>Рекомбінантні</u> (синбіотики – комбінація пробіотичного і пребіотичного компоненту)	Субалін (суха речовина), Україна
	Хілак, хілак-форте (каплі), Німеччина
<i>V покоління</i> <u>Самоелімінуючі</u> – (рекомбінантні або генно-інженерні пробіотики створені на основі генно-інженерних штамів мікроорганізмів, їх структурних компонентів та метаболітів, мають задані характеристики)	Бактисубтіл (капсули), Югославія
	Ентерожерміна (питні ампули), Франція
	Біоспорин (суха речовина), Росія
	Ентерол (суха речовина), Франція

Ключовими завданнями функціонального харчування є забезпечення стабільності та підтримка на належному рівні такого метаболічного об'єкту як нормальна мікрофлора з метою зниження ризику виникнення та розвитку хвороб. За останні два десятиріччя представлено аргументовані докази лікувальних властивостей кисломолочних продуктів, вони сприяють поліпшенню травлення лактози, конкурентному витісненню патогенів з кишківника, підвищенню стійкості організму до інфекцій, зниженню рівня холестерину в організмі людини.

З огляду на надзвичайну актуальність виникає необхідність пошуку власних перспективних штамів - пробіотиків та створення за їх участі заквашувальних препаратів для функціональних молочних продуктів що наведено у табл.2.

Таблиця 2

Критерії оцінки пробіотиків

Характеристика	Функціональні властивості штамів
Джерело	Походження – кишкова мікрофлора людини; можливість використання в профілактичному, оздоровчому і дієтичному харчуванні; застосування різних продуктів для певних груп споживачів
Стійкість	Здатність до виживання в агресивному середовищі шлунково-кишкового тракту (стійкість до ферментів та метаболітів травної системи (HCl, жовчі, NaCl, фенолу), можливість розвитку в молоці
Антагонізм із патогенними бактеріями	Конкурентне пригнічення патогенних мікроорганізмів
Продуктування антибіотичних речовин	Чітко виражена здатність до продукування бактерицидних речовин, попередження адгезії патогенної та карієсогенної мікрофлори
Конкурентоспроможність	Здатність до розмноження і колонізації кишкового тракту, нормалізація кишкової та ротової мікрофлори
Безпечність використання	Ідентифікація видів і штамів мікроорганізмів, безпечність використання в харчових продуктах та лікарських препаратах
Клінічно підтверджений позитивний вплив на здоров'я	Стимулювання корисної мікрофлори, імуномодуляція, стимулюванням кишкової лімфатичної тканини; доведена кореляція між кількістю спожитих мікроорганізмів і фізіологічним ефектом

При виробництві ферментованих продуктів із залученням пробіотичних бактерій слід враховувати фактори, що впливають на здатність бактерій до виживання і збереження активності у продукті до надходження до шлунково-кишкового тракту. Основними серед них є:

- 1) фізіологічний стан пробіотичного організму;
- 2) фізичні параметри зберігання продукту;
- 3) хімічний склад продукту, до якого вносять пробіотик;

4) можлива взаємодія пробіотиків з іншими заквашувальними мікроорганізмами.

Перспективними для розробки функціональних молочних продуктів є наступні групи функціональних молочних продуктів різної спрямованості.

Розробка та випуск продуктів функціонального призначення для різних категорій населення сприятиме оздоровленню нації та збільшенню тривалості життя.

Висновок. Виробництво функціональних молочних продуктів для людей із різними захворюваннями, особливо серцево-судинними зараз актуальна, як ніколи. Першочерговою задачею науковців - харчовиків є створення функціональних продуктів профілактичного призначення. Молочні продукти функціонального призначення сприяють оздоровленню і зміцненню організму.

Список використаних джерел

1. Капрельянц Л.В., Хомич Г.А. Функціональні продукти: Тенденції і перспективи. *Харчова наука і технологія*. 2012. № 4. С. 5 - 8.
2. Капрельянц Л.В., Петросянц А.П. *Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології*. Одеса: Друк. 2011.-269с.
4. Філімонова Н. І., Дика О. М. Основні властивості пробіотиків. Одеса. 2014. Т.15, №2. С. 38 – 40.
5. Христич Т. Н. Микробиоценоз кишечника: механизмы развития, клиника дисбиоза и возможная коррекция его нарушений. *Сучасна гастроентерологія*. 2011. №1(51) С. 86 – 91.
7. Eszenyi P., Sztrik A., Babka B. Elemental, nano –sized (100-500 nm) Selenium production by probiotic lactic acid bacteria. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, Vol. 1, No. 2, July .2015. P. 74-79.
8. Silvia Wilson Gratz, Hannu Mykkanen, Hani S El-Nezami. Probiotics and gut health: A special focus on liver diseases. *World Journal of Gastroenterology*. - 2015. 16 (4). 403-410.

Ліза ТАРАНЕЦЬ¹¹,
студентка 5-го курсу,
факультет технології виробництва
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ЗБАГАЧЕННЯ ПЛАВЛЕНИХ СИРІВ КОМПОНЕНТАМИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Анотація. Основою здорового харчування є збалансованість раціону за всіма харчовими речовинами. Одним із напрямів підвищення харчової та біологічної цінності харчових продуктів є використання в їх рецептурі рослинної сировини, багатой на фізіологічно активні інгредієнти, а саме незамінні амінокислоти, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, біофлавоноїди.

Annotation. The basis of a healthy diet is a balanced diet for all nutrients. One of the ways to increase the nutritional and biological value of food products is the use of vegetable raw materials in their formulation, rich in physiologically active ingredients, namely essential amino acids, dietary fiber, vitamins, minerals, bioflavonoids.

Вступ. На сучасному етапі розвитку суспільства ставиться все більше вимог до якості продуктів харчування з урахуванням стану сировинної бази, до розробки нових технологій з використанням вторинної сировини, які забезпечують безвідходне виробництво.

Молочна промисловість України – одна з ведучих галузей агропромислового комплексу, яка забезпечує населення продуктами харчування. Фактичне виробництво молока в Україні значно нижче необхідних обсягів споживання, що позначається на якості харчування населення України. Збільшення ж виробництва молока стримується низькою рентабельністю тваринництва і тим, що більшість населення України не може купувати необхідну кількість молочної продукції через високу його вартість [1, 2].

Актуальним з цього приводу розвитком процесу виробництва структурованої продукції, до якої належить сир типу сулугуні, є використання нетрадиційної сировини.

В Україні промислове виготовлення плавленого сиру почалося, ще в повоєнні роки.

Плавлений сир – це корисний молочний продукт, який виготовляють шляхом подрібнення, змішування та плавлення натуральних сирів і додавання різноманітних інгредієнтів [3].

¹¹*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ Соломон А.М.

На сьогодні відомо, що пріоритетним і доцільним є поєднання тваринних та рослинних джерел.

В даний час частка плавлених сирів у світовому сироварінні становить 10-15 %. Плавлені сири містять вітаміни А, D та Е, також кальцій, фосфорні сполуки та жирні поліненасичені кислоти, які вкрай необхідні для нормальної життєдіяльності організму людини. У плавленому сирі міститься значна частка повноцінного білка – казеїну. Проте плавлені сири завдяки вмісту в них великої кількості жирів відносяться до висококалорійних продуктів.

Виклад основного матеріалу. Вибір плавленого сиру, як об'єкта збагачення, обумовлений його широким попитом у харчуванні населення, а також високою харчовою цінністю.

Плавлений сир є цінним продуктом завдяки наявності в ньому високої концентрації білка й жиру, незамінних амінокислот, їх доброю збалансованістю, а також вмістом вітамінів, солей кальцію і фосфору, вкрай необхідних для нормальної життєдіяльності організму людини. На сьогодні відомо, що пріоритетним і доцільним є поєднання тваринних та рослинних джерел. Тому нами запропоновано для отримання плавленого сиру в якості функціональних збагачувачів таку рослинну сировину, як шрот гарбузового насіння та порошок кропиви [4].

Відомо, що продукти функціонального призначення – це продукти з заданими властивостями, які спрямовані на заповнення нестачі в організмі насамперед регуляторних харчових субстанцій. Надаючи регулюючу дію на фізіологічні функції, біохімічні реакції і психосоціальну поведінку людини, подібні продукти підтримують фізичне здоров'я і знижують ризик виникнення захворювань. Виробництво нових видів плавлених сирів, як будь-якого іншого білкового молочного продукту, може бути направлено на створення продукції функціонального призначення, так як її виробництво дозволяє вводити до складу рецептур компоненти спеціального призначення: пребіотики, пробіотики, біологічно активні добавки [5].

Відмітною особливістю плавлених сирів, є повна заміна цукру-піску сумішшю низькокалорійних підсолоджувачів. Ці продукти призначені для дієтичного харчування. Їх дієтичні властивості обумовлені комплексом смакових наповнювачів: сумішшю підсолоджувачів і цукром, сумішшю підсолоджувачів і м'якоттю гарбуза. Наявність в складі цих продуктів низькокалорійних підсолоджувачів замість цукру-піску робить можливим використання цих плавлених сирів в раціоні харчування хворих на цукровий діабет. Цикорій підсилює дієтичні властивості, бо містить в своєму складі солодку речовину – інулін, який широко застосовується в харчуванні діабетиків і заміняє їм крохмаль і цукор. Крім того, цикорій сприяє підвищенню апетиту і поліпшенню травлення, заспокоює нервову систему і позитивно впливає на роботу серця [4]. М'якоть гарбуза є джерелом харчових волокон, які позитивно впливають на процес травлення. Використання м'якоті гарбуза або гарбузового напою в складі плавленого сиру надає продукту оригінального смаку і аромату, а

ніжна, пластична консистенція робить привабливим використання цих сирів в харчуванні як дорослих, так і дітей. Застосування у виробництві плавлених сирів підсолоджувачів замість цукру-піску має свої переваги. При цьому реальне зниження собівартості готової продукції, так як підсолоджувачі дешевші ніж цукор-пісок в 2-4 рази. Крім того, підсолоджувачі солодші від цукру в 200-350 разів, тому їх більш економічна витрата на одиницю продукції значно знижують транспортні і складські витрати [1].

Обрана сировина є природним постачальником до організму людини біологічно активних речовин, що належать до категорії есенціальних. Шрот з гарбузового насіння поєднує в своєму складі велику кількість цінних компонентів: білок, зокрема незамінні амінокислоти (аргінін, валін, глутамін, фенілаланін, гліцин тощо), каротиноїди, харчові волокна, вітаміни та мінеральні речовини. Позитивний вплив кропи на здоров'я людини пов'язаний з різноманітним вмістом корисних речовин: білка, мінеральних речовин і ефірних олій, каротину і вітаміну С, поліфенольних сполук, хлорофілу та інших цінних компонентів [6]. Експериментально було визначено вміст основних біологічно активних компонентів, притаманних обраній сировині, а саме вміст білку, вміст клітковини та каротиноїдів. Виходячи з їх проаналізованого біохімічного складу підтверджено доцільність використання обраних збагачувачів у виробництві плавленого сиру. Оптимальна кількість внесення шроту гарбузового насіння до плавленого сиру становить – 6 %, а порошку кропи – 2 % до основної сировини.

Висновки. Збагачення рецептури плавленого сиру обраними рослинними добавками буде сприяти формуванню приємного смаку готового продукту та дозволить підвищити його харчову цінність.

Список використаних джерел

1. Гошкодер С.А. Науково-практичні основи технології переробки молока і молочних продуктів. Конспект лекцій. СНАУ, 2012. С. 36-38.
2. ДСТУ 4635:2006 «Сири плавлені. Загальні технічні умови».
3. Машкін М. І., Париш Н. М. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання. К.: Вища освіта, 2006. 351 с.
4. Шевченко О. Є. Удосконалення споживчих властивостей комбінованого плавленого сиру з використанням рослинного білка. К., 2012. с.50-51.
5. Остроумов Л. А. Расширение ассортимента плавленых сырных продуктов. Одесса. 2011. № 2. С. 36-37.

Катерина ОБУХОВСЬКА¹²,
студентка магістратури,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ЯДРА КІСТОЧОК АБРИКОСА ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

***Анотація.** У статті розглянуто тенденції інноваційного розвитку кондитерської промисловості. Зазначено, що сучасний споживач має підвищені вимоги до оригінальності та харчової цінності кондитерських виробів. Запропоновано застосування ядра кісточок абрикоса замість мигдалю в рецептурі кондитерських виробів.*

***Annotation.** The article considers the tendencies of innovative development of the confectionery industry. It is noted that the modern consumer has increased requirements for the originality and nutritional value of confectionery. The use of apricot kernel kernels instead of almonds in confectionery recipes is proposed.*

Вступ. Кондитерська промисловість є однією з найрозвинутіших галузей в харчовій промисловості України, підприємства якої виготовляють кондитерські вироби. Сировиною для них є продукція цукрової, борошномельно-круп'яної, молочної промисловостей. Основна продукція: цукристі кондитерські вироби – карамель, цукерки, шоколад та шоколадні вироби, пастило-мармеладні вироби, халва й східні солодоші, ірис, драже; борошняні кондитерські вироби – печиво, пряники, торти, тістечка, кекси, рулети, вафлі тощо. Кондитерським виробам відводиться важлива роль у забезпеченні потреб населення у продуктах харчування. Сучасне виробництво характеризується високим рівнем автоматизації та механізації технологічних процесів, впровадженням нових технологій і розширенням асортименту кондитерських виробів. Це потребує від спеціалістів галузі знання технологій кондитерських виробів [1].

Кондитерські вироби, хоча й не належать до основних продуктів харчування, проте є важливими та улюбленими складовими харчового раціону всіх вікових груп населення.

Представлені сьогодні на світовому ринку кондитерські вироби відрізняється великою різноманітністю, що обумовлено модернізацією кондитерських підприємств. На думку маркетологів останніми роками помітна стійка тенденція підвищення попиту населення на кондитерські вироби з високими смаковими властивостями, а попит на традиційні вироби дещо знижується, так як сучасний споживач став висувати підвищені вимоги до їх оригінальності та харчової цінності [2–5].

^{12*}Науковий керівник: д.т.н., доцент, завідувач кафедри харчових технологій та мікробіології Берник І.М.

Постановка проблеми. У сучасних умовах неможливо забезпечити економічний розвиток та стійкість підприємств харчової галузі без розроблення нових брендів, розвитку інтелектуального потенціалу, реконструкції менеджменту. В економічній літературі виділяють два основних підходи до визначення поняття «інноваційний розвиток»: 1) предметно-технологічний, або орієнтований на науковий результат, коли інноваційний розвиток розглядається як кінцевий результат наукової чи науково-технічної діяльності; 2) функціональний, за якого інноваційний розвиток пов'язується з функціями створення, впровадження, поширення нововведень, реалізації інноваційних проектів [6–8].

У жорстких, нестабільних умовах господарювання підприємства кондитерської галузі шукають нові стратегії розвитку, напрями та засоби розвитку інноваційної діяльності.

Напрями інноваційної діяльності підприємств кондитерської галузі доцільно поділити на такі типи:

1. техніко-технологічні, які пов'язані з продукцією, що виробляється, впровадженням нових рішень у виробництво та технологіями;
2. організаційні, які покликані змінювати систему управління та організацію процесу створення продукції або послуг [8].

Метою статті є дослідження показників якості ядра кісточок абрикоса, як сировини для виробництва кондитерських виробів.

Виклад основного матеріалу. Основною сировиною для виробництва кондитерських мас є: цукор-пісок, тверді жири (какао-масло, кондитерський жир, вершкове масло) і горіхові ядра, олійне насіння [9, 10]. Як добавки в маси вводять сухе незбиране та знежирене молоко, сухі вершки, а також ароматизатори.

У кондитерському виробництві горіхи можуть бути використані досить широко і різноманітно. Приємні смакові властивості їх (як сирих, так і обсмажених) добре поєднуються з різними іншою сировиною – цукром, медом, молоком і маслом, шоколадом, борошняними напівфабрикатами, а також фруктово-ягідних сировиною та напівфабрикатами (мармеладної масою, варенням, цукатами).

Набули широкого використання наступні види горіхових ядер – мигдаль, фундук, ліщина, волоський горіх та інші.

Мигдаль – плоди дерева, що росте на Кавказі, в Криму, в Середній Азії, а також у багатьох країнах Азії і Америки. Плоди мигдалю є горіхове ядро, покрите твердою шкаралупою. Мигдаль буває солодким і гірким. Гіркий мигдаль отруйний і для кондитерського виробництва непридатний. Солодкий мигдаль надходить на фабрики в очищеному від шкаралупи вигляді. Його ядро довгастої форми, вкрите чорною шкіркою; саме ядро світло-жовтого кольору. Масова частка вологи в ядрі мигдалю в середньому до 7% і жиру 50-55%.

Фундук – плоди чагарнику, що вирощується на плантаціях Криму і Кавказу, дають ядро, що володіє високими смаковими якостями.

Ліщини горіхи, або лісові горіхи – дикорослі чагарники. Смак і склад їх

ядра близький до фундуку, тому вони широко використовуються в кондитерському виробництві. Зрілі плоди цих горіхів укладені в тверду шкаралупу. Ядро горіха, покрите тонкою темною шкіркою, має круглу форму і білий або кремовий колір. Масова частка вологи ліщинових горіхів 4 – 6%, жиру 58 – 67%.

Волоський горіх – плоди дерева, що росте на півдні нашої країни. Ядро волоського горіха застосовують в обмеженій кількості через швидкого прогрівання приготованих з нього цукеркових мас. Його можна використовувати для приготування марципанових мас і для добавок у вигляді крупки в окремі цукеркові маси.

Арахіс, або земляний горіх – плід однорічної рослини, широко розповсюдженого в південних районах нашої країни. Плід складається з декількох окремих ядер довгастої форми, укладених в одну загальну оболонку. Оболонка легко відділяється від ядра. У сирому вигляді ядро має сильно виражений бобове присмак, воно вкрите жовтої або червоної шкіркою гіркуватого смаку. Застосовується в основному в обжареному вигляді.

З метою розширення асортименту кондитерських виробів, отримання продуктів високої біологічної цінності та нових смаків досліджено можливості використання ядра кісточок абрикоса. Ядра отримують шляхом очищення кісточок від шкаралупи в період переробки абрикосів (рис. 1). Як і мигдаль, абрикосове ядро може бути гірким. Таке ядро непридатне для використання в кондитерському виробництві.



Рис. 1. Ядро кісточок абрикоса

Доцільність використання ядра кісточок абрикоса обумовлено їх властивостями. Вони містять значну кількість харчових волокон, які вбирають токсини в кишечнику, підвищуючи його тонус, нормалізують роботу корисної мікрофлори; мають протизапальну і бактерицидну дію.

Було досліджено харчову цінність та вміст мінеральних речовин в ядрах кісточок абрикоса (табл. 1). Ядра кісточок абрикоса містять велику кількість жирних кислот, сполуки кількох мінералів, органічні кислоти і ряд, як замісних, так і незамінних амінокислот. Наявність різних жирних кислот обумовлює енергетичну та біологічну цінність продукту (рис. 2).

Таблиця 1**Харчова цінність і вміст мінеральних речовин в ядрах кісточок абрикоса (на 100 г)**

Показник	Одиниці вимірювання	Значення
калорійність	ккал	520
жири	г	45,4
білки	г	25
вуглеводи	г	2,8
зольні речовини	г	2,6
вода	г	5,4
магній	мг	196
калій	мг	802
фосфор	мг	461
натрій	мг	90
кальцій	мг	93
залізо	мг	7

Ядра кісточок абрикосу містять значну кількість олеїнової кислоти, яка входить до числа базових джерел енергії, а також підтримує засвоєння інших ліпідів. Лінолева кислота відіграє важливу роль в підтримці здорового рівня холестерину, роботі серця, має антиоксидантні властивості.

**Рис. 2. Жирнокислотний склад ядер**

Абрикосові кісточки виконують такі функції: підвищують імунітет; знімають запальний процес; надають регенеруючу і антисептичну дію; допомагають позбутися від паразитів; мають омолоджуючий ефект.

Ядерця можуть бути як надмірно гіркими, так і солодкими. Гіркота кісточках надають отруйні для організму людини речовини, джерелом яких є вітамін В₁₇. Якщо на смак кісточка солодка, і лише трохи гірчать, то продукт можна їсти. Горіхи використовують як в сирому, так і в смаженому, сушеному або солоному вигляді.

З метою встановлення можливості використання ядра з кісточок абрикосу було проведено дослідження органолептичних показників якості (табл. 2).

Органолептичні показники ядра кісточок абрикоса

Назва показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд	Горіхи гарно розвинені, очищені від шкірки, забарвлення шкаралупи рівномірне
Стан ядра	Ядро витягнуте, овальне, вкрито шкіркою від світло-коричневого до коричневого кольору. На зламі біле з кремовим відтінком
Смак та запах ядра	Приємний, солодкуватий, притаманний абрикосовим кісточкам, без сторонніх запахів та присмаків, не гіркий

Висновок. Розширення асортименту кондитерських виробів та зниження собівартості можливо за рахунок використання нетрадиційної сировини. За результатами дослідження властивостей ядра кісточок абрикоса встановлено доцільним використовувати їх замість мигдалю в рецептурі кондитерських виробів.

Список використаних джерел

1. Кондитерська промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід. Електронний ресурс. Київ: НУХТ, 2018. 158 с.
2. Кохан О. О., Дорохович А.М. Інноваційні технології кондитерських виробів подовженого терміну зберігання. *Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової продукції – основні засади її конкурентоздатності*. Матеріали III міжнар. спец. наук.-практ. конф., 9 вересня 2014 р. Київ : НУХТ, 2014. С. 41–47.
3. Рудавська Г.Б., Вежлівцева С.П., Бузіян М.І. Інноваційні інгредієнти для кондитерських виробів фізіологічно-функціонального призначення. *Молодий вчений*. № 5 (57). 2018. С. 396–399.
4. Кірпічонок Д. І. Аналіз технічного регулювання кондитерської галузі в Україні. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2016. Т. 22, № 5. С. 61–67.
5. Харчова промисловість України: стратегічні аспекти розвитку. За ред. Я. М. Гадзала. Київ: Аграрна наука, 2016. 380 с.
6. Седікова І. О., Семко О. І. Управління інноваційною діяльністю підприємств кондитерської галузі. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Вип. 18. Ч 3. 2018. С. 55–59.
7. Сердюк Б.М., Майстренко Н.В. Удосконалення інноваційної діяльності підприємств України. *Інноваційний менеджмент*. 2016 Вип. 4(3). С. 4–6.
8. Самохвалова О. В., Касабова К. Р., Олійник С. Г. Технологія маффінів оздоровчого призначення. Харків: Технологічний центр, 2015. 119 с.
9. Advantage Information Technologies. URL: <http://www.aitico.com>
10. Дубініна А. А., Летута Т. М., Янчева М. О. Товарознавство продуктів функціонального призначення: навч. посібник. Х: ХДУХТ, 2015. 189 с.

Василь СЕВОСТЬЯНОВ¹³,
студент 1-го курсу,
факультет технології виробництва і переробки
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОЗИТНИХ РОСЛИННИХ СУМІШЕЙ

***Анотація.** У роботі розроблені технології хлібобулочних виробів із застосуванням композитних рослинних сумішей, що містять гарбузовий порошок, пшонає, соєве та квасолеве борошно. Зокрема, проаналізовано сировинний потенціал та вибрані компоненти для композитних сумішей з урахуванням результатів наукових досягнень, сучасного стану виробництва дієтичних, лікувально-профілактичних, функціональних хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності. Розроблено технологію та обладнання для виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням композитних рослинних сумішей. Оптимізовано рецептурний склад хлібобулочних виробів з використанням композитних сумішей.*

***Annotation.** The technologies of bakery products with the use of composite vegetable mixtures containing pumpkin powder, millet, soybean and bean flour are developed in the work. In particular, the raw material potential and selected components for composite mixtures are analyzed, with taking into account the results of scientific achievements, the current state of production of dietary, therapeutic and preventive, functional bakery products of high nutritional value. The technology and equipment for production of bakery products with the use of composite vegetable mixtures has been developed. The recipe composition of bakery products using composite mixtures is optimized.*

Вступ. З розвитком науки було встановлено, що людському організму необхідно споживати з їжею певну кількість енергії, а також харчових речовин – нутрієнтів. В Україні розроблені та затверджені раціональні норми фізіологічних потреб в енергії і харчових речовинах для різних груп населення. Однак в зв'язку з різними факторами (нерегулярне харчування, споживання напівфабрикатів, рафінованих продуктів) спостерігається невідповідність між вмістом нутрієнтів, енергетичною цінністю споживаних населенням продуктів харчування та фізіологічними нормами.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є додавання в щоденний раціон продуктів харчування додатково збагачених тими чи іншими нутрієнтами, що володіють збалансованою харчовою та енергетичною цінністю – лікувально-профілактичних, дієтичних, функціональних продуктів харчування. Вибір

¹³*Науковий керівник д.т.н., професор, завідувач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Севостьянов І.В.

компонентів для збагачення харчової продукції повинен бути науково-обґрунтованим, а висновки про збільшення вмісту нутрієнтів, поліпшення харчової та енергетичної цінності готової продукції повинні підтверджуватися результатами експериментів.

Продукт, який обирається для збагачення нутрієнтами повинен відноситись до поширених продуктів харчування, щодня вживаним в їжу більшістю населення України. Найважливішим фактором є вартість продукту і доступність на ринку. Повинна забезпечуватись можливість промислового виробництва даного продукту у великій кількості, при цьому, без внесення істотних змін в діючі технологічні схеми, які б не вимагати наявності спеціально навченого персоналу. Найбільш повно цим критеріям відповідають хлібобулочні вироби, найпоширеніші і популярні продукти харчування в Україні.

Актуальною задачею є вивчення впливу на технологічні процеси і якість готової хлібобулочної продукції нетрадиційних рослинних компонентів: пророщеного насіння, насіння сої, сухих сумішей – преміксів з додаванням борошна різних зернових, олійних культур, насіння льону, кунжуту, гарбуза, сушеної цибулі, томатів та інших рослин. Поставлено завдання збільшення в готовій продукції білкових речовин, харчових волокон, мікронутрієнтів.

Мета роботи полягає в розробленні технології хлібобулочних виробів із застосуванням композитних рослинних сумішей, що містять гарбузовий порошок, пшоняне, соєве та квасолеве борошно.

Виклад основного матеріалу. В рамках роботи були використані дві композитні рослинні суміші, які отримали умовні назви композитна суміш №1 та композитна суміш №2. Композитні суміші відрізняються цільовим призначенням, компонентами, їх співвідношенням, а також кількістю, які внесені замість аналогічної кількості пшеничного борошна в рецептуру хлібобулочних виробів. З композитної суміші №1 випікали хліб, з композитної суміші №2 випікали булочку дитячу.

При розробці композитної суміші № 1 була поставлена задача вибрати рослинні компоненти, які дозволяють створити суміш багату харчовими волокнами. Важливими критеріями при відборі сировини були простота і економічна доцільність її вирощування в умовах Вінницької області, сприяння раціональному використанню місцевих сировинних ресурсів (використання ресурсозберігаючих технологій).

В результаті аналізу літературних даних було визначено рослинницьку сировину, що містить у великій кількості харчові волокна (клітковину) та вітаміни – гарбузову м'якоть і пшоняне борошно. Дана сировина є простою у використанні, дешевою, традиційно вирощуваною на території Вінницької області.

М'якоть гарбуза містить вітаміни А, С, Е, К, D, рідкісний вітамін Т, який допомагає засвоювати важку їжу і перешкоджає ожирінню, а також залізо і пектинові речовини. Гарбуз є високоврожайною культурою – за даними Міністерства сільського господарства України середня врожайність по Вінницькій області становить 192,5 ц / га. У 2021 році зібрано 46,8 тис. тон

гарбуза сільськогосподарськими організаціями та господарствами різних форм власності (ТОВ, ПрАТ, ВАТ, ЗАТ).

В якості другого компонента композитної суміші №1 була обрана пшоняна мука, що отримана переробкою злакової культури – проса.

Просо є однією з найважливіших в Україні круп'яних культур, яку вирощують для отримання пшоняної крупи, а також в кормових цілях. Отримана звільненням проса від колоскових лусочок за допомогою обдирання пшоняна крупа відрізняється високою поживністю, гарними смаковими якостями і є одним з поширених продуктів харчування, що відрізняється хорошою розварюваністю та засвоюваністю.

Використовуване в композитній суміші № 1 пшоно подрібнювалося і просіювалось до отримання тонкодисперсного продукту [1, 2]. Отримане таким чином пшоняне борошно вносилося в тісто. Вміст води і сухих речовин в компонентах композитної суміші №1 в порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту представлено в таблиці 1. Хімічний склад компонентів композитної суміші №1 представлений в таблиці 2.

Таблиця 1

Вміст води та сухих речовин в компонентах композитної суміші №1, %

Найменування компонента рецептури	Вміст сухих речовин	Вміст води	
Пшеничне борошно	84	14	
Гарбузовий порошок	90	10	
Пшоняне борошно	95	5	

Таблиця 2

Хімічний склад компонентів композитної суміші №1 в порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту, %

Найменування компонентів	Борошно пшеничне вищого ґатунку	Гарбузовий порошок	Борошно пшоняне
Білки	10,3	3	11,5
Жири	1,1	3,2	3,3
Вуглеводи	70,6	50	66,5
Харчові волокна	1,5	10	3,6
Мінеральні речовини, (зола)	0,5	5	1,1

Вміст білкових речовин в пшоняному борошні вищий на 1,2% (таблиця 2), харчових волокон і зольних речовин вище в 2 рази в порівнянні з пшеничним борошном. Гарбузовий порошок містить в 6,6 разів більше харчових волокон, в 10 разів більше зольних речовин, ніж пшеничне борошно.

З метою визначення оптимального співвідношення компонентів був побудований графік зміни вмісту білкових речовин та харчових волокон в залежності від співвідношення гарбузового порошку та пшоняного борошна за варіантами досліду (Рис. 1). Як слідує з лінійної залежності (Рис. 1) при рівному

співвідношення гарбузового порошку та пшонаного борошна, відбувається збільшення вмісту харчових волокон до 6,8% (зростання в 4,5 рази в порівнянні контрольним зразком), при цьому вміст білкових речовин становить 7,25%. Так само відзначимо, що оскільки компоненти композитної рослинної суміші №1 вносяться в рівній кількості, це спрощує процес створення суміші і процес внесення суміші на стадії замішування тіста.

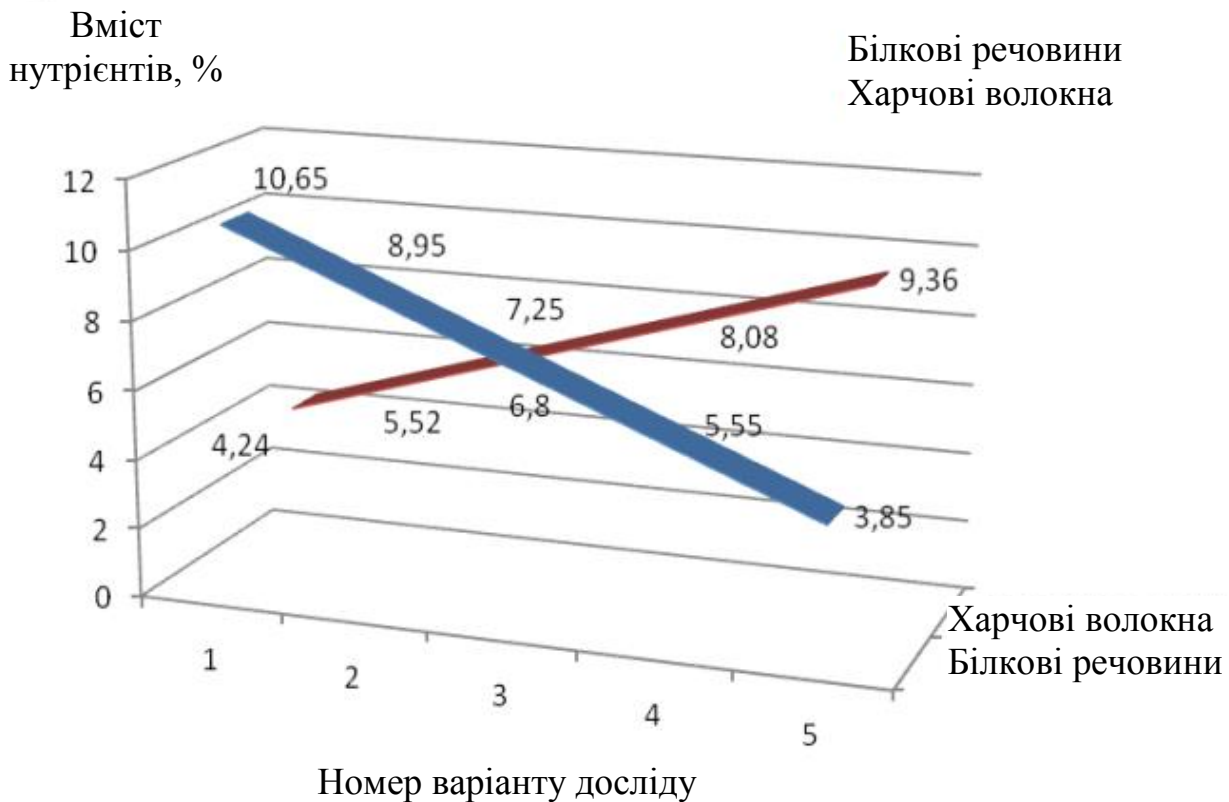


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту харчових волокон та білкових речовин

При виборі компонентів для композитної рослинної суміші № 2 була поставлена задача збагачення продукції білковими речовинами і незамінними амінокислотами. Як компоненти композитної суміші були обрані соєве та квасолеве борошно а також гарбузовий порошок.

У дослідженнях в рецептуру булочки дитячої була додана обойне соєве борошно. Обойне соєве борошно містить 30 – 35 г білка в 100 г продукту, вміст вітаміну В₁ - 0,94 мг в 100 г продукту. За вмістом білкових речовин соєве борошно перевершує інші бобові культури. У Вінницькій області в 2021 році зібрано 19,4 тис. тон сої, посівні площі склали 17,5 тис. га, середня врожайність - 11,3 ц / га. Використання добавок на основі сої в хлібопеченні, на думку багатьох вчених, має позитивний ефект.

Використання продуктів переробки гарбуза (гарбузової м'якоті) при виробництві булочок згідно із дослідженнями Кажгалієвой Е.М. давало позитивні результати. Було встановлено, що внесення 7% і 12% гарбузового пюре покращує процес тістоутворення. Вміст харчових волокон покращує органолептичні, фізико-хімічні показники та харчову цінність готових виробів.

У дослідженнях в рецептуру булочки дитячої була додана обойне квасолеве борошно. Квасолеве обойне борошно містить в 100 грамах 20 - 22 г білка в 100 г продукту і 0,9 мг вітаміну В₆, який сприяє засвоєнню білка.

Єрашовою Л.Д., Павловою Г.Н., Кашкаровою К.К. була показана функціональна значимість зернової квасолі за вмістом пребіотиків (олігосахаридів, харчових волокон), повноцінного білка, ліпотропних речовин, вітамінів і мінералів. Дано обґрунтування щодо застосування зернової квасолі для створення функціональних продуктів харчування, були розроблені консерви на основі зернової квасолі.

Вміст води та сухих речовин в компонентах композитної суміші №2 в порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту представлено в таблиці 3.

Таблиця 3

Процентний вміст води та сухих речовин в компонентах композитної рослинної суміші № 2, %

Найменування компонента рецептури	Вміст сухих речовин	Вміст води
Пшеничне борошно	84	14
Гарбузовий порошок	90	10
Соеве борошно	90	10
Квасолеве борошно	90	10

Згідно із даними, наведеними в таблиці 3, можна зробити висновок, що компоненти композитної суміші гарбузовий порошок, соєве та квасолеве борошно містять більшу кількість сухих речовин у порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту.

Хімічний склад компонентів композитної суміші №2 в порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту представлений в таблиці 4.

Таблиця 4

Хімічний склад компонентів композитної суміші №2 в порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту, %

Найменування компонентів	Борошно пшеничне вищого гатунку	Гарбузовий порошок	Соеве обойне борошно	Квасолеве обойне борошно
Білки	10,3	3	34,9	21
Жири	1,1	3,2	17,3	2
Вуглеводи	70,6	50	17,3	47
Харчові волокна	1,5	10	3,5	2,4
Мінеральні речовини	0,5	5	5	3,6

Згідно з даними наведеними в таблиці 4 борошно з бобових культур містить у 2 – 3 рази більше білкових речовин, ніж пшеничне борошно. Гарбузовий

порошок містить більше в 6,6 разів харчових волокон, в 10 разів більше зольних речовин, ніж пшеничне борошно.

При впровадженні хлібобулочних виробів, збагачених гарбузовим порошком в промислове виробництво виникла потреба в його масовому виробництві.

Підприємства консервної промисловості Вінницької області здійснюють виробництво гарбузового соку. Відходом виробництва гарбузового соку є гарбузова макуха, яка може використовуватися для промислового виробництва гарбузового порошку. В даний час гарбузова макуха використовується виключно на корм худобі, через відсутність обладнання, яке дозволяє готувати його для використання в харчовій промисловості. У зв'язку із чим, необхідне обладнання, що дозволяє раціонально використовувати сировину – переробляти гарбузову макуху з отриманням гарбузового порошку, придатного для використання в хлібопеченні [3].

Ступінь подрібнення кінцевого продукту гарбузового порошку повинний відповідати таким параметрам: 50% частинок розміром від 30 – 70 мкм, 35% частинок розміром 70 – 80 мкм, 15% частинок понад 100 мкм.

Сушильна камера використовується від прототипу – установки для сушіння пастоподібних матеріалів, яка містить конічну камеру зваженого шару, барабан з тангенціальними вводами теплоносія [1]. Перед боковим пристроєм введення продукції встановлено шнек, що обертається від електроприводу і на кінці якого встановлено ніж і матриця, а на виході з конічної камери зваженого шару встановлено додатковий ніж (Рис. 2).

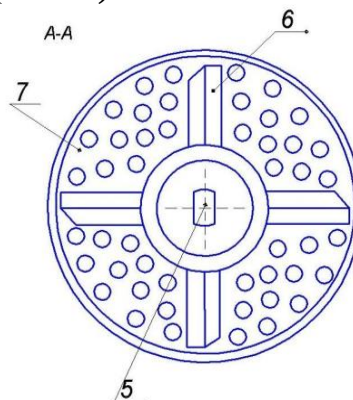


Рис. 2. Електропривод з ножами та матрицями установки для сушки і подрібнення гарбузової макухи

Дана модифікація дозволяє здійснювати подрібнення гарбузової макухи на вході в сушарку, а також додаткове подрібнення висушеного продукту.

Розроблена модель обладнання (Рис. 3) містить наступні елементи: конічну камеру зваженого шару 1, барабан з тангенціальними підводами теплоносія 2, пристрій для бокового введення 3 оснащений шнеком 5, що приводиться в обертання від електроприводу 4. На кінці шнеку встановлено ніж 6 та матрицю 7, а на виході у конічну камеру встановлено додатковий ніж 8.

Принцип роботи установки наступний. Через пристрій для бокового введення 3 гарбузова макуха потрапляє на обертаний від електроприводу 4

подавальний шнек 5, далі на ніж 6 і матрицю 7, встановлені на кінці шнека. За допомогою шнеку, ножа та матриці відбувається подрібнення макухи, після чого вона надходить в конічну камеру зваженого шару 1. При цьому матриця встановлена нерухомо, а ніж обертається разом зі шнеком. Ступінь подрібнення макухи змінюється в залежності від величини отворів матриці.

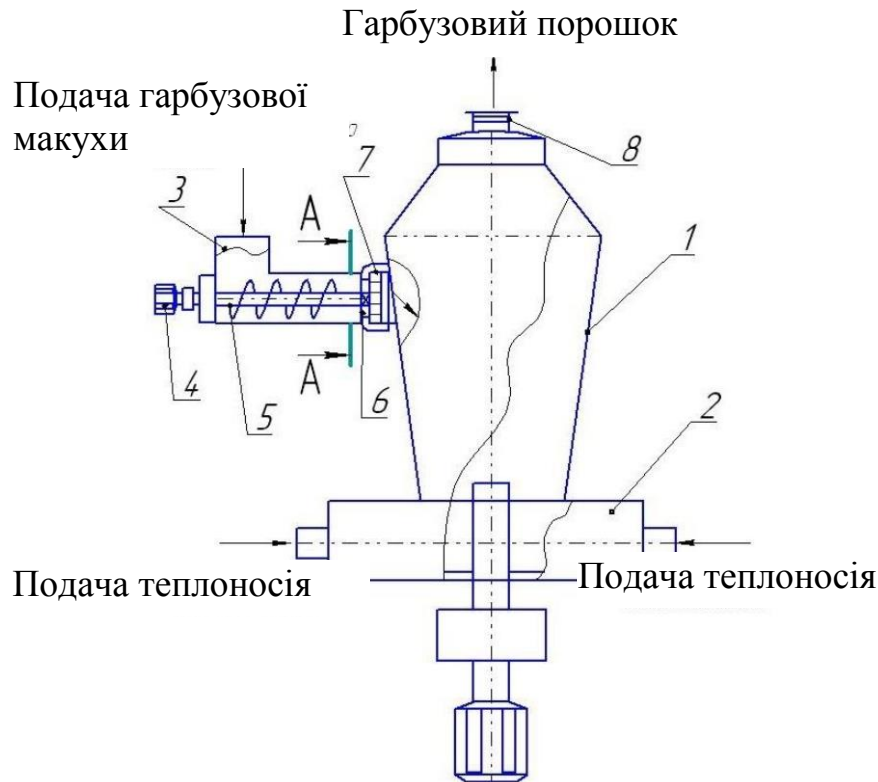


Рис. 3. Установка для сушки та подрібнення гарбузової макухи

Потоки теплоносія, що вводяться через барабан 2, впливають на частки інертного носія і приводять його у зважений стан, утворюючи щільний закручений потік, за допомогою якого відбувається висушування подрібненої гарбузової макухи та перенесення її до виходу з конічної камери 1, де встановлений додатковий ніж 8. Останній забезпечує додаткове подрібнення готового продукту - гарбузового порошку, що виходить з камери 1.

Технологічна схема виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням композитних сумішей (хліба з композитною сумішшю №1 і булочки дитячої з композитною сумішшю №2) представлена на Рис. 4.

Висновки. 1. На основі аналізу наукових досягнень та сучасного стану виробництва дієтичних, лікувально-профілактичних, функціональних хлібобулочних виробів підвищеної харчової цінності для збільшення вмісту харчових волокон в готовій продукції обрані гарбузовий порошок і пшоняне борошно, для збільшення вмісту білкових речовин в готовій продукції обрані соєве і квасолеве борошно.

2. Науково обґрунтована та розроблена технологія хлібобулочних виробів із застосуванням композитних сумішей. У технології виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням композитних рослинних сумішей пропонується

використовувати установку для виробництва гарбузового порошку. Встановлено, що при використанні композитної суміші №1 скорочується тривалість випікання до 29 – 32 хвилин для формового і до 24 – 27 хвилин для подового хліба, при використанні композитної суміші №2 тривалість випікання скорочується до 32 – 33 хвилин для формового і до 28 – 29 хвилин для подового зразка булочки дитячої.

3. Оптимізовано рецептурний склад хлібобулочних виробів з використанням композитних сумішей. У композитній суміші №1 оптимальним є співвідношення гарбузового порошку до пшонаного борошна 50:50. За результатами бальної оцінки оптимальним є внесення 15% композитної суміші №1 в рецептуру хліба з борошна пшеничного вищого сорту. У композитній суміші №2 оптимальним є співвідношення гарбузового порошку / соєвого борошна / квасолевого борошна 1: 4,5: 4,5. У рецептурі булочки дитячої оптимальним є внесення 11% композитної суміші №2 з максимальним вмістом білкових речовин 13,06%. При внесенні композитної суміші №1 понад 30%, а композитної суміші №2 – понад 11% замість пшеничного борошна відмічено погіршення показників якості готових виробів. Внесення композитної суміші №1 в кількості менше 15%, а композитної суміші №2 в кількості менше 7% замість пшеничного борошна не дозволяє збільшити вміст нутрієнтів в готовій продукції.



Рис. 4 – Принципова схема виробництва хліба з композитною сумішшю безопарним способом

Список використаних джерел

1. Севостьянов І.В., Зозуляк І.А. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва. Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 127 с. ISBN 978-617-7789-16-0.
2. Севостьянов І.В., Мельник О.С., Краєвський С.О., Горбаченко А.А. Дослідження відцентрового подрібнювача зернової сировини. Вібрації в техніці та технологіях, 2021. - №2 (101). С. 13-26.
3. Sevostianov I., Kraevsky S. Intensification of mixing of heterogeneous food mixtures under the impact of ultrasonic vibrations. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*, 2020. №4 (111). С. 80-89.