МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КРИЧКОВСЬКИЙ ВАДИМ ЮРІЙОВИЧ

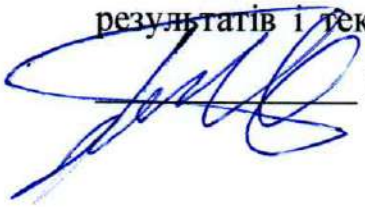
УДК 633/635:622.614-2:662.767.2-027.3(477.4-292.485)

ДИСЕРТАЦІЯ
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДИГЕСТАТУ БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

201 Агрономія
20 Аграрні науки та продовольство

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело



_____ В. Ю. Кричковський

Науковий керівник:
Паламарчук Віталій Дмитрович
доктор сільськогосподарських наук, доцент

Вінниця – 2022

АНОТАЦІЯ

Кричковський В.Ю. Ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових в умовах Лісостепу правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 - Агрономія. Вінницький національний аграрний університет Міністерства освіти і науки України, Вінниця, 2022.

В дисертації викладено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукової проблеми – підвищення врожайності та якості продукції кукурудзи, моркви та буряків столових, яке полягає в удосконаленні системи удобрення за рахунок використання новітніх органічних та мінеральних добрив. Отримані результати та розроблені рекомендації є комплексом підходів до збільшення продуктивності гібридів кукурудзи, моркви та буряків столових за підвищення якості овочевої продукції.

Висвітлено актуальність теми, зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами, мета і завдання досліджень, що була досягнута завдяки обґрунтуванню ефективності використання оптимального балансу макро- та мікроелементів за використання біоорганічних добрив (дигестату) у сучасних технологіях вирощування кукурудзи, моркви та буряків в умовах Лісостепу правобережного України, що забезпечує високу їх врожайність та якість продукції.

Методологію даних досліджень було визначено можливість використання біоорганічних добрив (дигестату) для забезпечення рослин макро- та мікроелементами підвищення родючості ґрунтів при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в умовах центральної частини Лісостепу правобережного України встановлено особливості росту й розвитку кукурудзи, моркви та столових буряків, закономірності формування продуктивності гібридів даних культур залежно від застосування різних норм біоорганічного добрива Ефлюент та внесення мінерального добрива у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ д. р. на 1 га; експериментально обґрунтовано сучасні напрями вдосконалення процесів формування врожайності кукурудзи, моркви та столових буряків у технології залежно

від умов вирощування та системи удобрення; встановлено кореляційні залежності між гідротермічними умовами і урожайністю, а також між факторами технології вирощування та продуктивністю рослин; проведено оцінку впливу біоорганічного добрива на показники родючості та агрохімічний склад ґрунту; здійснено мікробіологічний аналіз біоорганічного добрива Ефлюент; проведено оцінку якісних показників овочевої продукції в умовах застосування біоорганічного добрива Ефлюент та внесення мінеральних добрив.

Удосконалено: систему удобрення кукурудзи, моркви та столових буряків у сучасних технологіях вирощування.

Набули подальшого розвитку: наукові положення щодо підвищення продуктивності кукурудзи, моркви, буряків столових за рахунок використання нових видів органічних добрив із позитивними мікробіологічними та агрохімічними властивостями (Ефлюент), які отримані на основі анаеробного зброджування свинячого гною у біогазовій станції.

Практичне значення отриманих результатів. Основні положення роботи покладено в основу методичних рекомендацій: Удосконалення системи удобрення кукурудзи, моркви та буряків столових за рахунок використання біоорганічного добрива на основі дигестату біогазових станцій Ефлюент (2022). Отримано два патенти на корисну модель: Спосіб отримання біоорганічного добрива «Ефлюент»: пат. UA 143498 U України та Біоорганічне добриво «Ефлюент»: пат. UA 144732 U України.

Проаналізовано праці вітчизняних та зарубіжних вчених із фізіологічної ролі макро- та мікроелементів для вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових, щодо особливостей використання нових органічних добрив які отримуються шляхом зброджування відходів тваринництва та рослинництва у біогазових станціях.

Встановлені особливості ростових процесів кукурудзи, моркви та столових буряків при застосовуванні різних норм внесення біоорганічного добрива Ефлюент та мінеральних добрив. Досліджена залежність тривалості фенологічних фаз та вегетаційного періоду залежно від системи удобрення, що в подальшому дозволить максимально використовувати генетичні властивості гібридів кукурудзи моркви та

буряків столових у формуванні високих рівнів урожайності та якості продукції.

Досліджено вплив на площу листкової поверхні гібридів кукурудзи, моркви та буряків столових біоорганічного добрива Ефлюент та мінерального живлення. Найвище значення площі листкової поверхні буряків столових гібриду Кестрел F_1 отримано на варіанті органо-мінеральної системи удобрення, за внесення біоорганічного добрива Ефлюент у нормі 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$ у фазу інтенсивного росту коренеплоду – 40,56 тис. м^2/га. Внесення біоорганічного добрива забезпечило зростання площі листкової поверхні гібриду кукурудзи Кампоні КС у фазу 10 листків на 7,05-10,67 тис. м^2/га, у фазу викидання волоті – на 4,48-18,18 тис. м^2/га, у фазу молочно-воскової стиглості – на 4,95-19,33 тис. м^2/га та у фазу воскової стиглості – на 4,97-18,62 тис. м^2/га. Найбільше значення фотосинтетичного потенціалу відмічено на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива Ефлюент у поєднання із нормою мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ для буряків столових – 3185,4 тис. м^2×діб/га, моркви – 4187,1 тис. м^2×діб/га та кукурудзи 4144,0 тис. м^2×діб/га.

Поліпшення надходження до рослинного організму макро- та мікроелементів за рахунок застосування органо-мінеральних добрив забезпечує збільшення кількості листків у кукурудзи на 0,8-2,0 шт., моркви – 0,75-7,25 шт., буряків столових – 0,4-3,6 шт., в порівнянні із контрольним варіантом (без добрив). На удобрених варіантах висота рослин зростала у гібриду буряків столових Кестрел F_1 – на 8,3-17,3 см, гібриду моркви Болівар F_1 – на 4,0-11,6 см та у гібриду кукурудзи Кампоні КС на 25,7-66,9 см, порівняно із контролем (без добрив та води). Найбільше значення висоти кріплення качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС, як і загальної висоти рослин, отримано на варіанті із внесенням біоорганічного добрива Ефлюент у нормі 55 т/га та мінерального добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 102,1 см, найменше значення було відмічено на контролі – 88,2 см.

Встановлено, що внесення добрив сприяє збільшенню кількості качанів на рослині, в середньому за роки досліджень, на 0,20-0,24 шт., зерен в ряді – на 5,7-7,2 шт., маси 1000 зерен на 12,7-61,3 г, рядів зерен, на 0,1-0,7 шт., але дане зростання виявилось не значним, в порівнянні із контрольним варіантом (без

добрив та внесення води), урожайності гібриду кукурудзи Кампоні на 2,87-6,08 т/га, порівняно із контролем та забезпечує збільшення вологості зерна на 0,60-0,98% гібриду кукурудзи Кампоні КС, порівняно із контролем.

Доаедено, що застосування добрив забезпечує зростання діаметру коренеплоду гібриду моркви Болівар F_1 на 0,6-2,4 см, буряків столових гібриду Кестрел F_1 на 0,65-4,39 см в порівнянні із контролем (без добрив та внесення води), покращує ростові процеси, як надземної так і підземної частини у гібриду моркви Болівар F_1, що в кінцевому результаті позитивно впливає на рівень урожайності та фотосинтетичну діяльність рослинного організму.

Найбільшу загальну урожайність (67,98 т/га) моркви гібриду Болівар F_1 отримано на варіанті із внесення 55 т/га біоорганічного добрива Ефлюент у поєднанні із мінеральними добривами ($N_{90}P_{90}K_{90}$), із неї 58,05 т/га коренеплодів або 85,39% до сумарного врожаю товарна продукція, і лише 9,93 т/та або 14,61% нетоварна продукція, значення маси коренеплоду буряків столових гібриду Кестрел F_1 – 230,7 г та найвищий, в середньому за три роки, як загальний (99,22 т/га), так і товарний урожай (86,23 т/га) гібриду Кестрел F_1, що на 9,75-36,68 та 8,68-49,11 т більше за контрольний варіант (без добрив та поливу).

Найоптимальніший економічний ефект при вирощуванні кукурудзі на зерно, моркви посівної та буряка столового, було досягнуто від внесення в ґрунт біоорганічного добрива Ефлюент у нормі 55,0 т/га. Такий агроприйом при вирощуванні кукурудзи забезпечує збільшення прибутку на 17215,0 грн./га з рівнем рентабельності 118%, моркви посівної на 237000,0 грн./га з рівнем рентабельності 240%, а буряка столового на 273379,0 грн./га з рівнем рентабельності − 484%. Внесення в ґрунт біоорганічного добрива Ефлюент у нормі 55,0 т/га, забезпечує отримання показника коефіцієнту енергетичної ефективності на рівні 3,10 (кукурудза на зерно), 1,47 (морква посівна) та 2,04 (буряк столовий), що виявилось відповідно на 47,6, 20,5 та 22,9% більше порівняно з контрольними варіантами.

Ключові слова: дигестат, морква, кукурудза, буряки столові, гібрид, коренеплід, зерно, добрива, біогаз, елементи живлення, фотосинтез, урожайність, біометричні

показники, товарна продукція, листова поверхня.

ANNOTATION

Krychkovskyi V. Yu. The efficiency of the biogas stations digestate use in corn, carrots and red beets cultivation under the conditions of the right-bank Forest-Steppe. – It is a qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The thesis on acquisition of the Philosophy Doctor scientific degree in a specialty 201 – Agronomy. Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia. 2022.

The thesis outlines a theoretical generalization and a new solution to the scientific problem – increasing the yield and quality of corn, carrots and red beets, which is to improve the fertilizer system through the use of the latest organic and mineral fertilizers.

It was highlighted the relevance of the theme, the relationship of the work with scientific programs, plans, topics, goals and objectives of research achieved through the justification of the effectiveness of the macro-and micronutrients optimal balance when using bioorganic fertilizers (digestate) in modern technologies for growing corn, carrots and red beets under the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine, which ensures their high yield and product quality.

The methodology of this research determined the possibility of using bioorganic fertilizers (digestate) to provide plants with macro- and micronutrients to increase soil fertility in the cultivation of corn, carrots and red beets.

Scientific novelty of the obtained results. For the first time in the central part of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine the peculiarities of cultivation and development of corn, carrots and red beets, patterns of formation of productivity of these crop hybrids depending on application of various rates of bioorganic fertilizer Efluent and application of mineral fertilizer at the rate of N90P90K90 per 1 ha were established; modern trends in improving the processes of formation of corn, carrot and red beet yieldsin the technology depending on growing conditions and fertilizer were experimentally substantiated; correlations between hydrothermal conditions and yields, as well as between factors of cultivation methods and plant productivity were established; the impact of bioorganic fertilizers on fertility indicators and agrochemical composition of

soil was assessed; microbiological analysis of bioorganic fertilizer Efluent was performed; the evaluation of quality indicators of vegetable products under the conditions of bioorganic fertilizer Efluent and mineral fertilizers application was carried out.

It was improved the fertilization system of corn, carrots and red beets in modern cultivation technologies.

Acquired further development: the scientific provisions to increase the productivity of corn, carrots, red beets by using new types of organic fertilizers with positive microbiological and agrochemical properties (Efluent), which were obtained on the basis of anaerobic digestion of pig manure in a biogas station.

Practical value of the obtained results. The main provisions of the work are the basis of methodological recommendations: Improvement fertilization system of corn, carrots and red beets through the use bioorganic fertilizer based on digestate of biogas stations Efluent (2022). Two utility model patents were obtained: Method of obtaining bio-organic fertilizer “Efluent”: Pat. UA 143498 U of Ukraine and Bioorganic fertilizer “Efluent”: Pat. UA 144732 U of Ukraine.

The obtained results and developed recommendations are a range of approaches to increase the productivity of corn, carrot and red beet hybrids by improving the quality of vegetable products.

The works of domestic and foreign scientists on the physiological role of macro- and microelements for the cultivation of corn, carrots and red beets, regarding the peculiarities of using new organic fertilizers obtained by digestion of livestock and crop wastes in biogas stations have been analyzed.

The peculiarities of growth processes of corn, carrots and red beets under the application of different rates of bioorganic fertilizer Efluent and mineral fertilizers were established. The dependence of the duration of phenological phases and vegetation period depending on the system of fertilization was investigated. It will allow the maximum use of genetic properties of corn, carrot and red beet hybrids in the formation of high yield and product quality.

The effect of bioorganic fertilizer Efluent and mineral nutrition on the leaf surface

area of corn, carrot and red beet hybrids was studied. The highest value of the leaf surface area of red beet hybrid Kestrel F_1 was obtained on the variant of organomineral fertilizer system, with the application of bioorganic fertilizer Efluent at the rate of 55 t/ha + $N_{90}P_{90}K_{90}$ in the phase of intensive root crop growth – 40.56 thousand m^2/ha.

The application of bioorganic fertilizer provided the growth of leaf surface area of corn hybrid Kamponi KS in the phase of 10 leaves by 7.05-10.67 thousand m^2/ha, in the phase of ejection of panicles – by 4.48-18.18 thousand m^2/ha, in phase of milk-wax ripeness – by 4.95-19.33 thousand m^2/ha and in the phase of wax ripeness – by 4.97-18.62 thousand m^2/ha. The highest value of photosynthetic potential was observed in the variant with the application of 55 t/ha of bioorganic fertilizer Efluent in combination with the rate of mineral fertilizers $N_{90}P_{90}K_{90}$ for red beets – 3185.4 thousand m^2×day/ha, carrots – 4187.1 thousand m^2×day/ha and corn 4144.0 thousand m^2×day/ha.

Improving the supply in the plant of macro- and microelements through the use of organic and mineral fertilizers provides an increase in the number of leaves in corn – by 0.8-2.0 pieces, in carrots – by 0.75-7.25 pieces, in red beets – by 0.4-3.6 pieces, in comparison with the control variant (without fertilizers). In fertilized variants, the height of plants increased in the red beet hybrid Kestrel F_1 – by 8.3-17.3 cm, in the carrot hybrid Bolivar F_1 – by 4.0-11.6 cm and in the corn hybrid Camponi KS – by 25.7-66.9 cm, compared to the control (without fertilizers and water). The highest value of cob attachment heights in the corn hybrid Camponi KS, as well as the total height of plants, was obtained on the variant with the application of bioorganic fertilizer Efluent in the rate of 55 t/ha and mineral fertilizer $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 102.1 cm, the lowest value was observed on the control – 88.2 cm.

It is established that the application of fertilizers increases the number of cobs on the plant, on average over the years of research, by 0.20-0.24 pieces, grains in a row – by 5.7-7.2 pieces, weight of 1000 grains by 12.7-61.3 g, rows of grains, by 0.1-0.7 pieces. But this increase was not significant, compared with the control variant (without fertilizers andwater), the yield of the corn hybrid Camponi by 2.87-6.08 t/ha, compared to the control and provides an increase in grain moisture by 0.60-0.98% of the corn

hybrid Camponi KS, compared with the control.

It was proved that the application of fertilizers provides growth of root crop diameter of carrot hybrid Bolivar F_1 by 0.6-2.4 cm, red beet hybrid Kestrel F_1 by 0.65-4.39 cm compared to control (without fertilizers and water application), improves the growth processes, both aboveground and underground part of the carrot hybrid Bolivar F_1, which ultimately has a positive effect on the yield and photosynthetic activity of the plant.

The highest total yield (67.98 t/ha) of carrot hybrid Bolivar F_1 was obtained on the variant of applying 55 t/ha of bioorganic fertilizer Efluent in combination with mineral fertilizers ($N_{90}P_{90}K_{90}$), of which 58.05 t/ha of root crops or 85.39% to the total yield of marketable products, and only 9.93 t/ha and or 14.61% of non-marketable products, the value of the root mass of red beet hybridKestrel F_1 – 230.7 grams and the highest, on average over three years, as a total (99.22 t/ha) and the marketable yield (86.23 t/ha) of the hybrid Kestrel F_1, which is by 9.75-36.68 and 8.68-49.11 tons more than the control variant (without fertilizers and irrigation).

The best economic effect in the cultivation of corn for grain, carrots and red beets, was achieved through the application of bioorganic fertilizer Efluent in the soil at the rate of 55.0 t/ha. This agricultural method in the cultivation of corn provides an increase in profit by 17215.0 UAH/ha with a level of profitability of 118%, carrots by 237000.0 UAH/ha with a level of profitability of 240%, and red beets by 273379.0 UAH/ha with a level of profitability – 484%. Application of the organic fertilizer Efluent in the soil at the rate of 55.0 t/ha, provides an energy efficiency ratio of 3.10 (corn for grain), 1.47 (carrots) and 2.04 (red beets), which was respectively 47.6, 20.5 and 22.9% more than the control variant.

Key words: digestate, carrot, corn, red beets, root crop, grain, bioorganic fertilizers, nutrition system, yield, biometric indicators, marketable products, leaf surface.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації:

1.1. В іноземних наукових періодичних виданнях та наукових фахових виданнях України, віднесених до міжнародних наукометричних баз:

1. Palamarchuk V., **Krychkovskyi V.**, Honcharuk I., Telekalo N. The modeling of the production process of high-starch corn hybrids of different maturity groups. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. Vol. 10. № 1. P. 584-598. Doi: 10.14207/ejsd.2021.v10n1p584 URL://ecsdev.org/ojs/index.php/ejsd/article/view/1193/1176 (1,12 у.д.а.; 0,28 у.д.а. особистий внесок автора: здійснено обґрунтування ефективності застосування макро- і мікроелементів у технології вирощування кукурудзи із врахуванням обов'язкового зростання урожайності в Україні зернової маси, обґрунтовано узагальнення) (**Scopus)**

2.2. У наукових фахових виданнях України:

2. Паламарчук В.Д., **Кричковський В.Ю.** Характеристика мікробіологічного та агрохімічного складу органічного добрива «Ефлюент». *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4(15). С. 45-55. Doi: 10.37128/2707-5826-2019-3-4-4 URL://forestry.vsau.org/storage/articles/January2021/6wYHN4l1QrGwQjm69vu0.pdf (0,67 у.д.а.; 0,21 у.д.а. особистий внесок автора: висвітлено мікробіологічного та агрохімічного складу органічного добрива «Ефлюент» та проаналізовані результати застосування даного добрива у технологіях вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових)

3. Паламарчук В.Д., Підлубний В.Ф., **Кричковський В.Ю.**, Коваленко О.А. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи залежно від позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісництво*. 2020. № 4(19). С. 15-28. Doi: 10.37128/2707-5826-2020-4-2 URL://forestry.vsau.org/storage/articles/January2021 /6wYHN4l1QrGwQjm69vu0.pdf (1,0 у.д.а.; 0,25 у.д.а. особистий внесок автора: вивчено ефективність оптимізації системи удобрення кукурудзи за рахунок застосування позакореневих підживлень та нових видів органічних добрив отриманих на основі дигестату)

4. Паламарчук В.Д., **Кричковський В.Ю.** Ефективність використання дигестату при вирощуванні моркви та буряків столових. *Корми і кормовиробництво.* 2020.

Вип. 90. С. 68-82. Doi:10.31073/kormovyrobnytstvo202090-06 URL://fri-journal.com/index.php/journal/issue/view/38 (1,0 у.д.а.; 0,5 у.д.а. особистий внесок автора: висвітлено ефективність використання дигестату у технологіях вирощування овочевих культур)

5. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А., **Кричковський В.Ю.** Підвищення ефективності біогазових комплексів за рахунок використання дигестату під час вирощування сільськогосподарських та овочевих культур. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник.* 2020. Вип. 73. С. 95-101. Doi: https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.18 URL://izpr.ks.ua/archive/2020/73/73_2020.pdf (0,89 у.д.а.; 0,4 у.д.а. особистий внесок автора: вивчено ефективність окремих елементів технології вирощування сільськогосподарських та овочевих культур, за рахунок використання дигестату, для формування високої продуктивності)

6. **Кричковський В.** Вплив дигестату на структуру врожаю та продуктивність кукурудзи. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник.* 2021. Вип. 75. С. 57-63. Doi https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.11 URL://izpr.ks.ua/archive/2021/75/75_2021.pdf (0,5 у.д.а.)

3. Монографії видані в Україні:

7. Логоша Р. В., Мазур К. В., **Кричковський В. Ю.** Маркетингове дослідження ринку овочевої продукції в Україні: *монографія*. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2021. 344 с. URL://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/30310.pdf (14,7 у.д.а.; 2,4 у.д.а. особистий внесок автора: обґрунтовано важливість формування та діяльності ринку овочевої продукції, висвітлено важливість технології вирощування для формування оптимальної кількості овочевої продукції в Україні та за її межами)

4. Патенти на корисну модель:

8. Кричковський В. Спосіб отримання біоорганічного добрива «Ефлюент»: пат. UA 143498 U України, МКП 2006 C05F 3/00, C05F 11/08 (2006.01), C05F 17/60 (2020.01). № u202002033, заявл. 25.03.2020; опубл. 27.07.2020 р. Бюл. 14/2020. 5 с. (0,29 у.д.а.).

9. Кричковський В. Біоорганічне добриво «Ефлюент»: пат. UA 144732 U України, МКП 2006 C05F 3/00, C05F 11/08 (2006.01), C05F 17/60 (2020.01).

№ u202002032, заявл. 25.03.2020; опубл. 26.10.2020 р. Бюл. 20/2020. 5 с. (0,29 у.д.а.).

5. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Palamarchuk V., Honcharuk I., Telekalo N., **Krychkovskyi V.**, Kupchuk I., Mordvaniuk M.. Modeling of hybrid cultivation technology corn to ensure energy efficiency for sustainable rural development. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. №11(7). P. 204-211. Doi: 10.15421/2021_260 URL://www.ujecology.com/articles/ modeling-of-hybrid-cultivation-technology-corn-to-ensure-energy-efficiency-for-sustainable -rural-development-84283.html (0,9 у.д.а.; 0,3 у.д.а. особистий внесок автора: вивчено важливість математичного моделювання гібридів кукурудзи максимально адаптованих для відповідних умов вирощування)

11. Логоша Р.В., Підвальна О.Г., **Кричковський В.Ю.** Методологія і методика оцінювання процесів використання та відтворення родючості ґрунтів в овочівництві. *Бізнес Інформ*. 2018. № 10. С. 177-187. URL://www.business-inform.net/thematic-search/?theme=agricultural-economics-and-agribusiness (1,12 у.д.а.; 0,12 у.д.а. особистий внесок автора: висвітлена економічна сторона важливості відтворення родючості грунту за рахунок позитивного балансу елементів живлення та застосування дигестату)

12. Логоша Р. В., Мороз І. О., **Кричковський В. Ю.** Потенціал і проблеми розвитку вітчизняного ринку органічного овочівництва. *Бізнес Інформ*. 2019. № 1. С. 215-220. URL://www.business-inform.net/annotated-catalogue/?year=2019 &abstract=2019_01_0&lang=ua&stqa=29 (0,6 у.д.а.; 0,10 у.д.а. особистий внесок автора: вивчено особливості розвитку вітчизняного ринку овочевої продукції за рахунок використання органічних добрив)

13. Логоша Р. В., Чемес А.О., **Кричковський В. Ю.** Світовий досвід та перспективи розвитку індустріальних парків в Україні. *East European Scientific Journal*. 2020. № 7(59). P. 41-52. URL://socrates.vsau.org/repository/getfile.php /25488.pdf (1,4 у.д.а.; 0,5 у.д.а. особистий внесок автора: приведено важливість у технологіях вирощування сільськогосподарської та овочевої продукції застосування індустріальних парків)

14. Паламарчук В.Д., **Кричковський В.Ю.** Висота рослин у гібридів кукурудзи

залежно від строків сівби. *Кліматичні та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти:* збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції. Київ-Миколаїв-Херсон 10-12 квітня 2019 р. С. 149-151. URL://www.ksau.kherson.ua/files/kaf_budmeh/Malinka%20tezu%202019.pdf (0,18 у.д.а.; 0,1 у.д.а. особистий внесок автора: проаналізовано технології вирощування зернової кукурудзи та висвітлено важливість врахування архітектоніки рослин)

15. Паламарчук В.Д., **Кричковський В.Ю.** Перспективи використання дигестату для підвищення ефективності біогазових комплексів. *Біоенергетичні системи:* матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. 29 травня 2020 р. Житомир, Україна. С. 124-128. URL://znau.edu.ua/images (0,31 у.д.а.; 0,2 у.д.а. особистий внесок автора: висвітлено перспективи виробництва та застосування дигестату у технологіях вирощування польових культур)

16. Паламарчук В., **Кричковський В.** Роль дигестату для формування структури врожаю та продуктивності кукурудзи. *Інноваційні технології в рослинництві:* матеріали IV всеукраїнської наукової інтернет конференції. м. Кам'янець-Подільський, 10 травня 2021 р. С. 104-107. URL://www.iogu.gov.ua/hmelnicka/wp-content/uploads/sites/29/2021/07/2021 (0,2 у.д.а.; 0,15 у.д.а. особистий внесок автора: вивчено роль удобрення на основі застосування дигестату у формуванні структури врожаю та продуктивності кукурудзи)

17. Паламарчук В.Д., **Кричковський В.Ю.** Роль дигестату для формування структури врожаю та продуктивності кукурудзи. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти:* збірник тез IV міжнародної науково-практичної конференції. Київ, 2021. С. 180-184. URL://nmc-vfpo.com/ii-mizhnarodna-naukovo-praktychna-konferencziya-klimatychni-zminy-ta-silske-gospodarstvo-vyklyky-dlya-agrarnoyi-nauky-ta-osvity/ (0,31 у.д.а.; 0,2 у.д.а. особистий внесок автора: приведено та проаналізовано результати ефективності застосування біоорганічних добрив на основі дигестату у технологіях вирощування кукурудзи)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ
ВСТУП 16
РОЗДІЛ 1. СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ – ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ВРОЖАЮ 24
1.1. Особливості мінерального живлення рослин для формування високої продуктивності 24
1.1.1. Фізіологічна роль мікроелементів 25
1.1.2. Фізіологічна роль мікроелементів 32
1.2. Перспективи використання дигестату в сучасних технологіях вирощування 40
1.3. Особливості удобрення кукурудзи, моркви та буряків столових 51
Висновки до розділу 1 55
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ 57
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови досліджень 57
2.2. Програма та методика проведення досліджень 63
2.3. Показники агрохімічного аналізу ґрунту при застосуванні біоорганічного добрива Ефлюент 73
2.4. Агротехнологічні умови проведення досліджень 74
Висновки до розділу 2 76
РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОФІТОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ 78
Висновки до розділу 3 88
РОЗДІЛ 4. МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ 90
4.1. Вплив біоорганічного добрива Ефлюент на площу листової поверхні кукурудзи, моркви та буряків столових 90
4.2. Морфологічна характеристика рослин кукурудзи,

моркви та буряків столових залежно від системи удобрення 100
Висновки до розділу 4 105
РОЗДІЛ 5. ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ 108
5.1. Структура врожаю гібриду кукурудзи Кампоні КС залежно від умов вегетації та системи удобрення 109
5.2. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від умов вегетації та системи удобрення 116
5.3. Структура врожаю та продуктивність гібриду моркви Болівар F_1 залежно від умов вегетації та системи удобрення 122
5.4. Структура врожаю та продуктивність гібриду буряків столових Кестрел F_1 залежно від умов вегетації та системи удобрення 129
Висновки до розділу 5 134
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ 138
6.1. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно та овочів відкритого ґрунту 139
6.2. Енергетична оцінка технологій вирощування кукурудзи на зерно та овочевих культур 143
Висновки до розділу 6 147
ВИСНОВКИ 148
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 154
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 155
ДОДАТКИ 183

ВСТУП

Останніми роками у сільськогосподарському виробництві відбулися корінні зміни. Впровадження нових технологій в аграрному секторі дозволило інтенсифікувати галузь, але при цьому зросли обсяги, концентрація гною на локальних територіях, що створюють загрозу навколишньому середовищу.

За сучасної фінансової і енергетичної скрути більшості господарств вирішити проблему забезпечення ґрунту органічною речовиною та необхідними для рослин макро- і мікроелементами можна за рахунок використання для удобрення нетоварної частини урожаю культур сівозміни із поєднанням її із гноєм тварин, що попередньо пройшов анаеробне зброджування в біогазових установках [1, 2].

Особливе значення органічних добрив полягає в позитивному впливі на підвищення вмісту гумусу в кореневмісному шарі ґрунту, поліпшенні фізикохімічних властивостей та поживного режиму ґрунту (оптимізується вміст як макро-, так і мікроелементів). Так, за науково-обґрунтованого використання органічних добрив відмічається суттєве покращення фізичних та воднофізичних властивостей ґрунту, оптимізуються водно-повітряний режим та фізико-хімічні показники родючості, особливо зростає величина вбирної здатності та буферності ґрунту. За використання органічних добрив посилюється біологічна активність ґрунту за рахунок активізації ґрунтової мікрофлори. У результаті усіх цих процесів оптимізуються умови живлення овочевих і баштанних культур [3].

Актуальність теми. Україна належить до числа провідних аграрних держав світу. Маючи сприятливі природно-кліматичні умови для вирощування рослинницької продукції, ми можемо забезпечувати не лише потреби внутрішнього ринку, а й світового. Визначальним ресурсом для вітчизняного землеробства є інтенсифікація сільськогосподарського виробництва шляхом використання ресурсів промислового походження негативно впливає як на якісні показники продукції, рівень родючості ґрунтів, так і на стан навколишнього природного середовища.

Основним напрямком підвищення родючості ґрунту є підвищення в ньому

запасів гумусу до оптимального значення, джерелом поповнення гумусу в ґрунті, гумусотвірним матеріалом були і залишаються органічні добрива на основі гною. Тому найбільш раціональним способом використання рідкого гною як органічного добрива є наразі безпосереднє внесення його на поля після попереднього анаеробного зброджування в біогазових установках.

Потенціал урожайності сільськогосподарських культур у виробничих умовах використовується неповністю, хоча потенційні можливості сучасних гібридів кукурудзи, моркви та буряків столових невичерпні. Підвищення продуктивності даних культур, якості овочевої продукції та забезпеченості легкодоступними формами макро- і мікроелементів, покращення мікробіологічної флори ґрунтів можливе лише за умови застосування у сучасних технологіях вирощування органічних добрив, до яких відноситься біоорганічне добриво «Ефлюент» на основі анаеробного зброджування свинячого гною у біогазовій станції. Особливої актуальності ці питання набувають в умовах глобальних змін клімату, дефіциту органічних добрив та високої вартості мінеральних добрив.

У попередніх дослідженнях ряду вчених С. Корнієнка, В. Пастернака, М. Ярошко, Ю. Саніна, Г. Господаренка, А. Кузнецова, В. Паламарчука, Є. Барбари, Х. Шульца, Г. Рябова, С. Шворова, І. Федуняк, О. Скляр, Г. Ратушняка, В. Павліського, Ю. Нагірного, Г. Голуба, О. Орєховича, П. Кучерука, С. Григоренка, О. Нестеренка, Л. Колодійчука, В. Козира, С. Чернявського, С. Кравченка, І. Буракова, Л. Максишко, Б. Болтянського, Л. Гюнтера, Л. Гольдфарб, В. Марцинкевича, Н. Коломійця, В. Волохіна, В. Поліщука, В. Білецького, А. Харамана, С. Ткаченка, В. Риндюка, М. Грабовського та інших немає детальної характеристики впливу біоорганічних добрив, отриманих шляхом анаеробного зброджування, на ростові процеси, фотосинтетичну діяльність, елементи структури врожаю рослин, накопичення важких металів і нітратів та забезпеченість грунту рухомими формами макро- та мікроелементів.

Безумовна значущість відомих наукових розробок з дослідження проблем забезпеченості рослин макро- та мікроелементами дозволить оптимізувати систему удобрення сільськогосподарських культур та отримувати урожай із

високою якістю продукції. Адже саме біоорганічні добрива на основі анаеробного зброджування рослинних та тваринних відходів мають оптимальні мікрофлору та забезпеченість елементами живлення.

У зв'язку із цим дослідження в даному напрямі є актуальними та перспективними для сучасного аграрного сектору, оскільки вирішують екологічну проблему утилізації відходів тваринництва, зокрема свинокомплексів, енергетичну проблему – виробництво біогазу у біогазовій станції власного виробництва та агрономічну – забезпечують збільшення урожайності та покращення якості продукції сільськогосподарських та овочевих культур, тобто дає можливість отримувати органічну продукцію рослинництва та овочівництва при утилізації відходів тваринництва та має наукове і практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили у відповідності з тематичними планами науково-дослідних робіт Вінницького національного аграрного університету (ВНАУ) згідно НТП «Ефективність використання органічних решток після обробки в біогазовій установці при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу правобережного», на 2018-2022 рр. (номер державної реєстрації 0118U100365), в межах якої автором проведена оцінка мікробіологічних та агрохімічних властивостей біоорганічного добрива «Ефлюент», досліджена ефективність його впливу на урожайність, якість продукції та родючість ґрунту, в тому числі проведено комплексну оцінку господарсько-цінних ознак рослин і якості овочевої продукції кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягала у науково-теоретичному обґрунтуванні застосування біоорганічного добрива «Ефлюент», отриманого на основі анаеробного зброджування свинячого гною у біогазовій станції, у технологіях вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових для підвищення урожайності та якості продукції в умовах Лісостепу правобережного.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити мікробіологічні та агрохімічні властивості біоорганічного

добрива «Ефлюент» отриманого на основі дигестату;

- визначити динаміку зміни вмісту поживних елементів у ґрунті (NPK) після внесення дигестату;

- вивчити вплив біоорганічного добрива на процеси росту, розвитку та формування вегетативної маси кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від погодних факторів та їх взаємодії;

- дослідити та обґрунтувати оптимальну норму внесення біоорганічних добрив (дигестату) при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових;

- дати оцінку процесам фотосинтезу у кукурудзи, моркви та буряків столових та проаналізувати динаміку їх урожайності залежно від досліджуваних факторів вегетації та системи удобрення;

- дослідити вплив біоорганічного добрива «Ефлюент» на продуктивність фотосинтезу кукурудзи, моркви та буряків столових та проаналізувати динаміку формування їх урожайності;

- вивчити стійкість рослин кукурудзи, моркви та буряків столових до хвороб та шкідників залежно від досліджуваних прийомів технології;

- теоретично обґрунтувати шляхи інтенсифікації виробництва і розробити математичну модель росту й розвитку кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» в умовах Лісостепу правобережного;

- визначити економічну ефективність вдосконаленої системи удобрення при вирощуванні кукурудзи на зерно, моркви та буряків столових.

Об'єкт дослідження – процеси росту і розвитку, формування урожаю кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від елементів застосування біоорганічного добрива Ефлюент, зв'язки між абіотичними чинниками та фенотиповою продуктивністю рослин в умовах Лісостепу правобережного.

Предмет дослідження – гібриди кукурудзи, моркви та буряків столових, норми внесення біоорганічного добрива, показники родючості грунту, гідротермічні умови, мікробіологічні та агрохімічні властивості біоорганічного добрива, біохімічні показники якості вегетативних органів та зерна.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові й спеціальні методи досліджень. У дослідженнях використовували *польові*, *лабораторно-польові* та *лабораторні* методи. На основі проведення *польового методу* визначали взаємозв'язок об'єкта з біотичними та абіотичними факторами в конкретних умовах досліджуваної зони; *лабораторного* – морфофізіологічні та біометричні параметри рослин; *хімічного* – показники якості овочевої продукції та зерна; *розрахункового* – фотосинтетичні показники; *статистичного* – дисперсійний та кореляційний аналізи; *порівняльно-розрахункового* – економічну ефективність оптимізованої системи удобрення у технології вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових.

Наукова новизна одержаних результатів полягала у встановленні впливу біоорганічного добрива «Ефлюент» на родючість ґрунту та процеси росту, розвитку та формування урожайності і якості продукції кукурудзи, моркви, буряків столових в умовах Лісостепу правобережного:

Вперше:

– виявлено особливості росту, розвитку та формування урожайності кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від норми внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» на основі дигестату;

– обґрунтовано процеси формування врожайності кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від норми внесення дигестату;

– встановлено вплив дигестату на показники родючості та агрохімічний склад ґрунту;

– досліджено мікробіологічний та агрохімічний склад дигестату отриманого на основі анаеробного зброджування свинячого гною у біогазові станції;

– встановлено кореляційні залежності між гідротермічними умовами і рівнем урожайності культур, між системою удобрення та індивідуальною продуктивністю рослин кукурудзи, моркви та буряків столових;

– дана економічна оцінка адаптивної технології вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових.

Удосконалено:

– технологію вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових з визначенням якості овочевої продукції;

– систему застосування дигестату для забезпечення оптимального забезпечення рослин кукурудзи, моркви та буряків столових макро- та мікроелементами;

– добір оптимальної норми внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» (дигестату) під кукурудзу, моркву та буряки столові.

Набули подальшого розвитку:

– застосування закону взаємозв'язку біологічних об'єктів із навколишнім середовищем та застосуванням дигестату при описі процесів росту, розвитку та формування урожайності і продукції кукурудзи, моркви та буряків столових.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці науково-практичних рекомендацій виробництву щодо використання біоорганічного добрива «Ефлюент» (дигестату) у технологіях вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових і визначення науково обґрунтованих строків застосування даного добрива.

На основі отриманих даних розроблено математичну модель росту й розвитку кукурудзи, моркви та буряків столових на основі оптимізації системи живлення рослин в умовах Лісостепу правобережного України.

Наукові розробки впроваджені в передових господарствах Вінницької та Житомирської областей на площі 560 га для кукурудзи, 40 га для моркви та 25 га для буряків столових, а приріст урожайності кукурудзи складав 2,5-6,8 т/га, моркви – 6,35-14,3 т/га, буряків столових – 9,75-26,68 т/га.

Практичну значимість мають розроблені автором: методичні рекомендації щодо використання біоорганічного добрива «Ефлюент» у сучасних технологіях вирощування кукурудзи, моркви та буряків столових для отримання потенційної урожайності даних культур із високою якістю продукції при збереженні родючості ґрунтів.

Основні положення дисертаційної роботи використано в освітньому процесі Вінницького національного аграрного університету, зокрема при викладанні

навчальних дисциплін «Технологія цукрового виробництва», «Інноваційні технології в рослинництві», «Система сучасних інтенсивних технологій» за спеціальністю 201 «Агрономія» (акт впровадження від 02.10.2020 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням здобувача. Автором розроблено програму досліджень у відповідності до існуючих методик, опрацьовано й узагальнено дані вітчизняної і зарубіжної наукової літератури, проведено польові та лабораторні експерименти, виконано статистичний аналіз отриманих даних, визначено економічну та енергетичну ефективності. На основі систематизованого матеріалу обґрунтовано їхню практичну доцільність, сформульовано висновки й рекомендації виробництву, розроблено науково-практичні рекомендації виробництву; підготовлено та опубліковано наукові статті.

Апробація результатів дисертації. Дисертаційні матеріали щороку заслуховувалися на засіданнях кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ (2018-2022 рр.), міжнародних науково-практичних інтернет-конференціях молодих вчених та студентів «Проблеми і перспективи інноваційного розвитку аграрного сектору економіки в умовах інтеграційних процесів», (Вінниця, 15-16 травня 2019 р.), «Сучасні тенденції розвитку агропромислового сектора економіки в умовах конвергенції», (Вінниця 14-15 травня 2020 р.), міжнародних науково-практичних конференціях «Земля-потенціал енергетичної, економічної та національної безпеки держави» (Вінниця, 24-25 жовтня 2019 р.), «Інновації сучасної агрономії» (Вінниця, 30-31 травня 2019 р.) «Біоенергетичні системи» (Житомир, 29 травня 2020 р.), «Використання інноваційних технологій в агрономії» (Вінниця, 3-4 червня 2020 р.), «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 10-12 квітня 2019 р. НМЦ «Агроосвіта»), «Інновації точного та органічного землеробства в умовах змін клімату за різної адаптивності рослин» (м. Вінниця, 10-11 червня 2021 р.), всеукраїнських науково-практичних конференціях «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи» (м. Вінниця, 23-24 квітня 2019 р.), «Напрями досліджень в аграрній науці: стан та перспективи» (Вінниця, 5-6 листопада 2020 р.), «Обіг

земель сільськогосподарського призначення та земельна децентралізація» (м. Вінниця, 24-25 червня 2021 р.), «Угода про асоціацію між Україною та ЄС: оцінка досягнень та положень» (м. Вінниця, 3-4 червня 2021 р.), на виставці-конференції «Енергетика та енергоефективність в промисловості» (Харків, 26 вересня 2019 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 17 наукових праць, зокрема 1 стаття у міжнародній наукометричній базі Scopus, 5 – статей у фахових виданнях України, 1 монографія видана в Україні, 1 науково-практична рекомендація, 4 тези доповідей наукових конференцій. Отримано 2 патенти на корисну модель.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 233 сторінках комп'ютерного тексту (із них основного – 179). Вона складається з вступу, 6 розділів, висновків та рекомендацій виробництву, 22 додатків, списку використаної літератури, що налічує 311 найменування, в тому числі 35 латиницею. Робота містить 30 таблиць та 24 рисунки.

РОЗДІЛ 1
СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ – ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ВРОЖАЮ

1.1. Особливості мінерального живлення рослин для формування високої продуктивності

Живлення рослин у сучасних технологіях вирощування займає одне з чільних місць за ефективністю, і водночас, є надзвичайно поліваріантним, що обумовлено різноманіттям форм, видів та форм добрив, слабкістю прогнозу погодних умов вегетаційного періоду, специфікою господарської стратегії та неоднаковими ресурсними можливостями різних агровиробників.

Для реалізації генетичного потенціалу нових сучасних сортів та гібридів необхідним є детальне врахування їхніх специфічних потреб щодо елементів мінерального живлення, які рослини поглинають з ґрунту у вигляді іонів макро- і мікроелементів [4, 5]. Раціональне застосування добрив сприяє не лише вирощуванню високих урожаїв, а й високій якості продукції [6].

Для забезпечення нормальних умов росту і розвитку рослин потрібно враховувати особливості засвоєння елементів живлення, їх властивості та забезпеченість ґрунтів органічними і мінеральними елементами живлення [3, 7, 8]. Загальною закономірністю розподілу рухомих форм макро- та мікроелементів, за винятком бору та молібдену, є зниження їх вмісту від ґрунтів легкого гранулометричного складу з підвищеним рівнем кислотності до ґрунтів важко-суглинистих і глинистих із нейтральною реакцією ґрунтового розчину [3, 9, 10].

У складі рослинного організму виявлено близько 78 елементів із 108 відомих у природі. Вважається, що для нормального росту та розвитку рослині необхідно близько 15 елементів: C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu, Mo, Zn. Решту елементів можна віднести до умовно необхідних [6, 11-14].

Всі елементи мінерального живлення органічно взаємопов’язані між собою в життєдіяльності рослини та відіграють унікальну роль і не можуть бути замінені один іншим [6, 11, 12, 15-17].

1.1.1. Фізіологічна роль макроелементів

До макроелементів відносять хімічні елементи, що містяться в рослинах і в ґрунті в значній кількості – від сотих часток до цілих відсотків у розрахунку на суху речовину, це: азот (N), фосфор (P), калій (K), сірка (S), кальцій (Ca), магній (Mg) [3, 17-20].

Потреба в основних елементах живлення змінюється впродовж вегетаційного періоду. На перших фазах дуже важливим є фосфор, під час вегетативного росту – азот, а генеративного розвитку – калій [3, 13, 21, 22]. Наявність та можливість засвоєння елементів живлення, особливо в критичні фази розвитку рослин, вплив окремих елементів на адаптацію рослин до стресових умов дають можливість, коригуючи вегетативним внесенням потрібних елементів живлення, впливати на структуру елементів урожайності рослин [23-26]. Збалансоване мінеральне живлення – це фундамент високої врожайності [27].

Розглядаючи формування врожаю як складний і тривалий процес, слід звернути особливу увагу на необхідність підтримувати протягом вегетації у живленні рослин оптимальне співвідношення між азотом, фосфором та калієм [28, 29].

Азот (N) є складовою частиною амінокислот, білків, нуклеїнових кислот та їх похідних, міститься у хлорофілі, фосфатидах, алкалоїдах, ферментах, фітогормонах, рибосомах та клітинній протоплазмі, вітамінах (із групи В) та в інших сполуках, який збільшує зелену (вегетативну) масу рослин і, як наслідок, урожайність [3, 13, 30-33].

Азот засвоюється з ґрунту переважно у вигляді таких іонів: NH_4^+ – іони амонію, особливо з лужних ґрунтів; NO_3^- – нітрат-іони, особливо з кислих ґрунтів. При цьому аміачна форма азоту засвоюється за нижчих температур, а нітратна форма – за вищих [3, 13, 28, 34-37]. Поглинання та надходження азоту великою мірою залежить не лише від форми азоту, що знаходиться у ґрунті, а й вологості ґрунту, рівня забезпеченості фосфором і калієм [14, 28, 38].

Зростання азотного живлення збільшує обсяги засвоєння рослинами інших елементів. Як нестача, так і надлишок азоту в ґрунті призводить до зниження продуктивності агрофітоценозів та погіршення якості врожаю [2, 3, 39].

Надлишок азоту спричинює переростання вегетативної маси, ураження хворобами, зниження стійкості до вилягання, опіки на листках та призводить до подовження тривалості вегетаційного періоду, що затримує достигання рослин, спричиняє нагромадження нітратів у продукції [10, 13, 14, 28].

За нестачі азоту рослини відстають у рості, листки набувають блідо-зеленого, жовтуватого забарвлення внаслідок порушення процесів утворення хлорофілу. Внаслідок реутилізації (відтоку азоту з раніше утворених частин рослини у молоді) нестача цього елементу, в першу чергу, проявляється на листках, що закінчили ріст (нижніх [3, 11, 28].

При достатньому азотному живленні рослини залишаються більш стійкими до посухи, спостерігається інтенсивне їх цвітіння. В період дозрівання вміст зв'язаної води зменшується, що, напевно, обумовлюється вмістом гідрофільних колоїдів і ступеню їх гідрофільності [7, 28, 40, 41].

Азот, крім добрив, може надходити у ґрунт із опадами та несимбіотичною азотфіксацією, такий азот для Лісостепової зони становить 20 кг/га [42-44].

Фосфор (Р) використовується значно менше ніж азот, проте він є складовою нуклеїнових кислот, нуклеопротеїдів, фосфатидів, цукрофосфатів, фітину та лецитину, входить до складу АДФ і АТФ і тим відігріє важливу роль в енергетиці рослинних організмів, диханні та фотосинтезі, входить до складу вітамінів і багатьох ферментів [5, 28, 33, 34, 45-48].

Гарне забезпечення фосфором стимулює розвиток кореневої системи, чим поліпшує використання рослинами води та водний баланс в цілому. Фосфор підвищує стійкість рослин до деяких грибкових захворювань та біологічну активність ґрунту [3, 5].

На відміну від азоту, фосфор сприяє швидшому достиганню рослин, пришвидшує перетворення азотистих речовин і нагромадження в клітинах енергії необхідної для дихання та диференціацію конуса наростання. Водночас достатнє фосфорне живлення підвищує частку генеративних органів у загальній біомасі врожаю [46, 49, 50]. Фосфор забезпечує краще використання інших елементів живлення з ґрунту, особливо азоту, калію, магнію, поліпшує харчові і

технологічні якості овочевої продукції, обмежує нагромадження нітратів [3].

За нестачі фосфору в тканинах рослин нагромаджується нітратний азот і сповільнюється синтез білків, уповільнюється розвиток рослин (затримуються фази цвітіння і достигання), різко послаблюється ріст пагонів і коренів, за рахунок уповільнення синтезу АТФ, порушення функцій протоплазми та погіршення водозабезпеченості клітинної тканини, зменшується стійкість до ураження хворобами [3, 11, 28, 32, 40, 51]. Листки рослин набувають (спочатку по краях, а потім по всій поверхні) сіро-зеленого, червоного, фіолетово-вишневого або червоно-фіолетового забарвлення [11, 34, 47, 52-54].

Фосфор у рослині має здатність переміщуватися від старих листків до молодих, тому ознаки нестачі проявляються, в першу чергу, на старих листках [3, 46, 55].

Фосфор є малорухомим елементом і тому рекомендується вносити його під основний обробіток ґрунту, щоб основна його кількість була розміщена в шарі ґрунту 10-20 см або в орному шарі (0-30 см) [3]. Головний фактор, що веде до зниження ефективності використання фосфору, – це фіксація фосфору кальцієм і магнієм, в результаті чого формуються фосфати кальцію і магнію, з оксидами заліза і алюмінію на кислих ґрунтах утворюючи фосфати заліза і алюмінію [28, 55].

Надлишок фосфору призводить до передчасного розвитку, відмирання листкового апарата і раннього достигання, внаслідок чого рослини не встигають сформувати достатній урожай. На практиці не спостерігається проявів переудобрення фосфором, оскільки рослини не мають здатності до надмірного його засвоєння так, як це відбувається з азотом і калієм. Надлишкові норми фосфору знижують надходження в рослини магнію, заліза, марганцю, цинку [3], кальцію, міді та можуть призвести до дефіциту кальцію, бору, міді та марганцю [28].

У рослинах фосфор запасається у фітині. Концентрація фітину в насінні залежить від забезпечення рослини фосфором. При проростанні насіння фермент фосфатаза відщеплює від фітину неорганічний фосфат, який використовується для синтезу необхідних паросткам фосфорорганічних сполук [34].

У разі підживлення рослин розчином солей фосфору через листя переміщення

його в інші органи відбувається досить повільно і в невеликій кількості. Звідси основне фосфорне живлення рослин має забезпечуватися через кореневу систему. Поглинання фосфору залежить від температурного режиму, найінтенсивніше поглинається за температури +12-39°С [3, 28, 38, 56].

При нестачі вологи засвоєння фосфору з ґрунту істотно знижується. Чим більш вологий ґрунт, тим більш швидке надходження фосфору до кореневої системи. На ґрунтах з низькою вологоємністю, при холодних умовах або за посухи концентрація фосфору у ґрунтовому розчині має бути вищою, щоб рослина могла засвоїти достатню кількість фосфору. У таких умовах високу ефективність може мати рядкове (стартове) внесення фосфору [3]. На поглинання та надходження фосфору істотно впливають запаси його у ґрунті та гранулометричний склад ґрунту [48].

Калій (К) це, фактично, ключ до водного балансу рослин, знаходиться в сольовій формі в клітинному сокові, входить до складу органічних сполук, активізує цілий ряд ензимних реакцій, відіграє важливу роль у транспортуванні речовин по рослині [28, 57]. В іонній формі знаходиться в рослинах, концентрується у цитоплазмі та вакуолях і відсутній у ядрі. Основна частина калію (до 80 %) міститься у клітинному соку і легко вимивається водою [3, 28, 33, 58].

Калій бере участь у білковому і вуглеводному обмінах у рослинах; активно впливає на синтез вуглеводів (целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин), підвищує стійкість рослин до хвороб, посилює холодостійкість, впливає на смакові якості овочевих рослин, підвищує гідратацію колоїдів цитоплазми, її водоутримуючу здатність і проникливість. Тим самим він створює умови для активного синтезу білків і інших органічних сполук [49]. Цей елемент активізує роботу ферментів, сприяє синтезу АТФ; впливає на гідратацію колоїдів цитоплазми, що допомагає краще утримувати воду та сприяє її раціональному використанню, підвищує посухостійкість (регулює відкриття й закриття продихів (транспірація) і активує рух асимілянтів по рослині), сприяє росту кореневої системи. Високий вміст калію в клітинному соку збільшує тургор клітин, захищає

від в’янення [3, 11, 24, 40, 49, 59-61].

Потреба рослин у калії тим вища, чим краще вони забезпечені водою і азотом. Найбільше калію засвоюється у фазах інтенсивного наростання біологічної маси, закінчується надходження калію в рослини у фазі цвітіння або плодоутворення, а в деяких рослинах засвоєння калію триває впродовж всього вегетаційного періоду (буряк столовий) [3, 13].

Оскільки українські ґрунти добре забезпечені калієм, то часто виробники нехтують внесенням цього елемента. Однак потреба в калії є настільки ж високою, як і в забезпеченості азотом [52].

Дефіцит калію збільшує втрати цукрів на дихання, що зумовлює утворення щуплого зерна, зниження життєздатності і схожості насіння. Ознаками нестачі калію є зелено-блакитний колір чи пожовтіння листків нижнього ярусу(відбувається так званий «крайовий опік»), які пізніше буріють і поступово відмирають. Оскільки він має здатність до реутилізації, то ознаки нестачі калію проявляються спочатку на старих (нижніх) листках рослини. В овочевих рослинах при нестачі калію сповільнюється ріст, рослини стають низькорослими та кволими; краї листків закручуються доверху, листкова пластина стає крихкою; хлорозна тканина буріє і відмирає [3, 11, 14, 32, 49, 57].

Калію міститься більше у вегетативних органах рослин, ніж у репродуктивних. За нестачі калію скорочуються обсяги засвоєння азоту, кальцію, магнію та ін. [3, 45].

Калійні добрива добре розчинні у воді, у ґрунті вони вступають у взаємодію з ґрунтовим поглинальним комплексом (ГВК). Внаслідок переходу калію до обмінно-поглинутого стану, зменшується його рухомість у ґрунті, що запобігає його вимиванню за межі орного шару (за винятком легких ґрунтів з низькою ємкістю поглинання). Обмінно-поглинутий ґрунтом калій є легкодоступним для рослин [3, 28].

Кальцій (Са) впливає на обмін вуглеводів, білків, забезпечуючи краще їх транспортування, поліпшує синтез хлорофілу, сприяє нейтралізації органічних кислот (насамперед – щавлевої), що утворюються в тканинах [34, 45], відновленню

нітратів до аміаку, входить до складу пектинових речовин, солей органічних і неорганічних кислот, істотно впливає на структуру та загальний фізико-хімічний стан протоплазми, будову та проникність мембран та клітинних оболонок (перегородок). Він підвищує в'язкість цитоплазми, сприяючи цим вищій жаростійкості рослин. Забезпечує гарний розвиток кореневої системи, сприяючи формуванню більшої кількості кореневих волосків, за допомогою яких із ґрунту до рослин надходить основна маса води й розчинених у ній поживних речовин. Важлива роль належить кальцію у створенні клітинних оболонок, підтриманні кислотно-лужної рівноваги (буферності) в рослинних організмах [3, 11, 28, 62, 63].

Крім того, кальцій міститься в хлоропластах, мітохондріях, ядрах і хромосомах. У міру старіння клітин і ослаблення їх фізіологічної активності частина кальцію із протоплазми переходить у клітинний сік, відкладаючись у вакуолях у формі нерозчинних солей. Кальцій сприяє усуненню токсичності іонів амонію і алюмінію [28, 56].

Кальцій регулює надходження в кореневу систему катіонів. При надлишку у ґрунті кальцію (на вапняних ґрунтах або після вапнування) ускладнюється поглинання та надходження до рослин мікроелементів (марганцю, бору, молібдену та ін.) і фосфору [3, 64].

За нестачі кальцію ріст рослин припиняється, вони стають карликовими, верхні бруньки відмирають, корені стають короткі, товсті й ослизлі. Дефіцит кальцію призводить до зростання втрат гумусу і, як результат, погіршення фізичних, фізико-хімічних, біологічних властивостей ґрунтів (збільшується питома щільність ґрунту, погіршується структура, буферність ґрунту, знижується забезпеченість ґрунту елементами мінерального живлення, зменшується ступінь насичення ґрунту основами, підвищується кислотність ґрунту, знижується інтенсивність мікробіологічних процесів у ґрунті) [3, 62, 63]. Кальцій потрібний рослині постійно, він накопичується в старих листках і не може повторно використовуватися, тому молоді листки вкриваються світло-жовтими плямами (хлороз) і гинуть, а старі листки залишаються нормальними [11, 45, 62, 63].

Внесення кальцію взагалі сприймалося лише в контексті вапнування з

орієнтовною нормою внесення вапнякових матеріалів 3-7 т/га [62, 63].

Магній (Mg) бере участь у синтезі АТФ – носія енергії в рослинах, виконує важливу роль у процесі дихання та фотосинтезу. Центральне місце в молекулі хлорофілу належить атому магнію, з яким зв'язані різні хімічні угрупування (у хлорофілі міститься 15-20% всього магнію). Магній є складовою фітину та інших органічних речовин. У вигляді іонів у клітинному соку він підтримує осмотичний потенціал клітин. Даний елемент живлення має активуючу дію на низку ферментів (ензимів – процес фосфорилювання), у першу чергу тих, що забезпечують білковий і вуглеводний обмін [3, 11, 53, 62, 63, 65].

За дефіциту магнію в рослинах погіршується ріст і продукційний процес, уповільнюється синтез азотовмісних сполук, погіршується якість продукції, вміст хлорофілу та стійкість до хвороб, листки стають плямистими (мармуровість), блідими, жовтуватими. Спочатку це явище спостерігається на листках нижніх ярусів, а потім – і на верхніх [3, 11, 28, 56, 62, 63].

Підвищений вміст магнію характерний для глинистих ґрунтів. Піщані ґрунти бідні на нього, оскільки магній з них легко вимивається. Найкраще засвоюється рослинами на нейтральних ґрунтах. Дефіцит магнію може бути спричинений надмірним внесенням калійних добрив, оскільки магній і калій є антагоністами [11, 36, 56, 62, 63].

Магній особливо важливий для засвоєння NPK у великих кількостях при вирощуванні за інтенсивною технологією. Оскільки він впливає на ріст рослин, то найбільш необхідний для молодих рослин, а, отже, потрібно магній вносити в основне удобрення, а не лише як листкове підживлення [3, 62, 63].

Дефіцит магнію настає, якщо вміст магнію у ґрунті нижчий ніж 2 мг на 100 г ґрунту, що відповідає середньому ступеню забезпечення ґрунтів. Цей елемент добре засвоюється також через листя, у 14-15 разів швидше, ніж калій або фосфор. Іони магнію мають менший розмір і легко проникають крізь кутикулу [62, 63].

Сірка (S) - важливий елемент живлення, потреба у якому приблизно така сама, як і у азоті. Цей елемент входить до складу майже всіх білків, оскільки низка амінокислот (цистеїн, метіонін, трипептид, глютатіон, липова кислота,

кофермент А, біотин, тіамін тощо) є сірковмісними [3]. Сірка бере участь у деяких окисно-відновних процесах, сірковмісними є деякі вітаміни групи В і вітамін Р. Сірковмісні органічні речовини підтримують нормальний хід поділу клітин і ріст молодих тканин, впливають на вміст хлорофілу в листках. Сірка входить до складу ферментів, зокрема карбоксилази. Залізосіркобілки є важливими для перенесення електронів у реакціях фотосинтезу і азотфіксації [11, 28, 32, 38, 47, 66, 67].

За нестачі сірки затримується синтез білків, нагромаджується азот у небілковій формі або у формі нітратів, знижується вміст цукрів і жирів. За зовнішніми ознаками дефіцит сірки подібний до азотного. Обидва ці елементи використовуються для побудови білків. Але відміна полягає у тому, що за дефіциту азоту першими страждають старі листки, а за нестачі сірки – молоді, адже сірка із старих листків практично не реутилізується. Рослини нагромаджують антоціан, листя набуває червонуватого кольору, згодом весь листок відмирає. Знижується стійкість рослини до хвороб, посухи і низьких та високих температур [3, 11, 32, 34, 45, 47]. Дефіцит сірки призводить до зниження фотосинтезу на 40%, розпаду білків та зменшення ефективності внесених азотних добрив [45, 67].

Джерелами надходження сірки у ґрунт є органічні та мінеральні добрива, сірка атмосфери, куди вона потрапляє у вигляді газоподібних викидів від згоряння палива тощо. За рівнем засвоєння рослинами сірка посідає четверте місце після азоту, калію і фосфору. Рослини засвоюють сірку впродовж вегетації, а найбільше - до фази цвітіння [3, 20, 45].

Недобір одного кілограма діючої речовини сірки унеможливлює використання майже 10 кг азоту (карбаміду) [47, 52, 68, 69], а на думку інших авторів [32, 34, 70] і 20 кг азоту.

1.1.2. Фізіологічна роль мікроелементів

Агрохімічна і фізіологічна роль мікроелементів багатогранна. Вони покращують обмін речовин у рослинах, запобігають його функціональним

порушенням і сприяють нормальному проходженню фізіолого-біохімічних процесів і т. д. Під дією мікроелементів підвищується стійкість рослин до грибкових та бактеріальних хвороб, несприятливих умов навколишнього середовища [3, 16, 17, 71, 72]

У рослинах вміст мікроелементів (металів і неметалів) обчислюється від 0,01 до 0,001% і навіть менше [10, 11, 13, 14, 73, 74]. Незважаючи на відносно низьку потребу рослин у мікроелементах, їх нестача істотно впливає на стан рослин [73-80].

Мікроелементи активізують понад 200 ферментних систем. Всі біохімічні реакції синтезу, розпаду та обміну органічних речовин протікають за участю ферментів [81]. Синтез ферментів у рослинних клітинах базується на біохімічних реакціях, у яких беруть участь мікроелементи [3, 16, 19, 25, 76, 82, 83].

Як нестача, так і надлишок мікроелементів (до речі, важких металів або полютантів) може спричинити негативну реакцію рослин, що істотно впливає на ріст і розвиток, урожайність та якість самого урожаю [11, 17, 72, 76, 84]. Кожна одиниця макроелементів рослин має бути забезпечена й одиницею мікроелементів за оптимального розвитку (тобто, відсутності стресів і готовності рослин засвоювати елементи живлення). Мінеральне живлення обов'язково має включати макро- та мікроелементи, фітогормони чи амінокислоти. Порушення цієї тріади знижує ефективність застосування добрив [10, 13, 85]. Мікроелементи не можуть бути замінені іншими поживними речовинами [34, 45, 58].

У практиці застосування мікродобрив необхідно враховувати також явища антагонізму між окремими мікроелементами. Ступінь вираженості і направленості явищ синергізму і антагонізму з віком рослин змінюються, оскільки змінюється потреба рослин у поживних речовинах [3, 86].

Значна частина мікроелементів міститься в різних видах мінеральних добрив і вапні (цинк, мідь, нікель та ін.), проте, як небажаний компонент, до них входить і ряд важких металів, таких як свинець і кадмій [13, 14, 78].

Рослини засвоюють з ґрунту незначну частину (до 3%) мікроелементів, які знаходяться в рухомій легкодоступній формі, а нерухомі валові запаси мікроелементів можуть бути доступні для рослин після проходження складних мікробіологічних

процесів із участю гумінових кислот та кореневих виділень [34, 45, 69]. Рослини, достатньо забезпечені мікроелементами, значно краще (на 10-30%) споживають і засвоюють основні добрива (NPK) [17, 24, 50, 87-90].

У стресових ситуаціях (посуха, низькі температури тощо) листкове підживлення є практично єдиним способом забезпечення деякими елементами живлення, особливо мікроелементами. Навіть невелика їх кількість є дуже корисною, оскільки макро- і мікроелементи містяться у легкодоступній формі і швидко проникають у рослину [26, 34, 45, 47, 69].

Внесення мікроелементів має певну періодичність, так зокрема бор і молібден потрібно вносити раз у три роки, марганець і цинк раз у шість років [91].

Залізо (Fe) мікроелемент, що споживається рослинами в найбільшій кількості, виноситься від 0,6 до 9,0 кг/га. Залізо відіграє важливу роль в окисно-відновлювальних реакціях як компонент ферментів цитохромної системи, забезпечує синтез хлорофілу – без заліза хлорофіл не синтезується, міститься у хлоропластах і бере участь у фотосинтезі (залізовмісний білок-феродоксин) і метаболізмі азоту та сірки [3, 11, 28, 45, 65].

Нестача заліза призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу; на молодих листках проявляється міжжилковий хлороз. Рослини відстають у рості, квітки формуються дрібніші. Залізо має велике значення для проходження процесів дихання та характеризується фунгіцидними властивостями [3]. Найчастіше дефіцит заліза проявляється на карбонатних та сильно вапнованих ґрунтах. Перешкоджає засвоєнню заліза висока вологість ґрунту та високий вміст іонів-антагоністів: P, Ca, Cu, Zn. Цей елемент має малу рухомість у рослині [3, 11, 45, 65, 92].

Марганець (Mn) активує близько 10 ферментів, що каталізують різні ланки метаболічних процесів, підвищує активність багатьох ферментів (зокрема нітратредуктази), що беруть участь у фотосинтезі, диханні, відновленні нітратів, нітритів та гідроксиламіну. Завдяки здатності переносити електрони шляхом зміни валентності він бере участь у різних окисно-відновних реакціях. У світловій реакції фотосинтезу він бере участь у розщепленні молекул води [3].

Впливає на синтез амінокислот, поліпептидів, багатофракційних білків і

вітамінів, ростові процеси. Сприяє вибірковому поглинанню іонів з навколишнього середовища [11, 16, 17, 28]. Завдяки активуванню різних карбоксилаз та зв'язуванню поліоксикислот марганець впливає на реакції наступного перетворення продуктів фотосинтезу [3]. Окрім того, марганець бере участь у синтезі вітаміну С і, як і цинк, посилює накопичення цукру (крохмалю) та білка [16, 28, 56, 67].

Перешкоджають засвоєнню марганцю низька вологість повітря, низька температура ґрунту, високий вміст іонів-антагоністів: P, Fe, Cu, Zn; *сприяють* – кислотність ґрунту в межах pH 5,0-6,5 та оптимальне співвідношення іонів-синергістів K, S. Марганець піддається процесу реутилізації [3, 71].

За нестачі марганцю знижується синтез органічних речовин, знижується вміст хлорофілу в рослинах (хлороз). Надлишок марганцю затримує надходження заліза в рослину, внаслідок чого проявляється хлороз за нестачі заліза [3, 11, 93].

Марганцю мало в ґрунтах на більшості території України. Марганцеві добрива вносять, коли вміст марганцю нижчій 40 мг/кг ґрунту [13].

Бор (B) – це генератор клітин, що необхідний для розвитку меристем, сприяє синтезу хлорофілу та асиміляції CO_2, покращує синтез і переміщення вуглеводів у рослині, особливо сахарози, переміщення ростових речовин і аскорбінової кислоти з листя до органів плодоношення, використання кальцію в процесах обміну речовин у рослинах. Він відіграє важливу роль у діленні клітин (бере участь у синтезі ауксинів) та синтезі білків і є необхідним компонентом клітинної оболонки. При нестачі бору в поживному середовищі спостерігається порушення анатомічної будови рослин, слабкий розвиток ксилеми, роздробленість флоеми основної паренхіми і деградація камбію [94]. Бор активізує відновлювальні ферменти дихання (дегідрази) і протидіє незворотному окисленню дихальних хромогенів рослин, [3, 11, 24, 93] підвищує фертильність пилку, запилення (покращує проростання пилку в пилкових трубках), зав'язування качанів кукурудзи та насіннєву продуктивність [11, 17, 25, 32, 34, 53].

При дефіциті бору затримується ріст рослин, відмирають точки росту та листки, верхівкові бруньки чорніють [3, 11, 25, 45, 93].

Бор майже не рухається з нижньої частини рослини до точки росту (не реутилізується), його дефіцит зумовлює відставання рослини в розвитку, пилок є стерильним і формування зернівки не відбувається, стійкість рослин до стресових ситуацій (спека, посуха) значно знижується [24, 25, 34, 52].

Забезпеченість рослин бором залежить від: вмісту бору у ґрунті, погодних умов, внесених добрив, а також від pH розчину, з якого цей елемент поглинається рослиною [95]. Борні добрива застосовують, коли вміст бору в орному шарі ґрунту становить 0,5 мг/кг і менше [13]. Дефіцит бору часто зустрічається на легких піщаних ґрунтах із низьким вмістом гумусу, поверхневим вапнуванням (кислих ґрунтах), у регіонах із відносно високим рівнем опадів [32, 92].

Цинк (Zn) впливає на окисно-відновні процеси, швидкість яких при його нестачі помітно знижується, бере участь в активації ряду ферментів, пов'язаних з процесами дихання, серед яких слід виділити фермент карбоангідразу, що містить 0,33-0,35% цинку [81], у фотосинтезі, підвищує накопичення хлорофілу «а» і «b», сприяє синтезу вітамінів (B, B_6, P та C) [3, 34, 53, 67, 71].

При високих концентраціях цинку в поживному розчині і збільшенні його вмісту у вегетативних органах спостерігається пригнічення ростових процесів і зниження урожайності, зокрема за рахунок зниження активності транспорту асимілянтів [96]. Надлишок цинку і міді негативно діє на активність цитохром- і поліфеноксидази, згубно впливає на налив зерна [97].

Цинкове «голодування» викликається відсутністю активного ауксину в стеблах рослин і зниженою його діяльністю в листках. Дефіцит цинку призводить до значного накопичення розчинних азотних сполук – амідів і амінокислот, що порушує синтез білка, утворення дрібних листків з хвилястими краями, різкого зниження вмісту фосфору в АТФ, але при цьому значно зростає вміст неорганічного фосфору. Цинк не піддається процесу реутилізації. Дефіцит цинку гальмує фотосинтез [3]. Ріст коренів більш чутливий до дії важких металів, зокрема цинку і міді, порівняно з ростом пагонів [98].

Цинк сприяє засвоєнню калію і магнію, без нього порушується процес достигання насіння. Перешкоджають засвоєнню цинку високі норми азоту,

фосфору і вапна, низька температура ґрунту. Поглинанню цинку рослинами сприяє кислотність на рівні pH 5,0-6,5 та оптимальний вміст іонів-синергістів (K, Mo) [3, 16, 28, 36, 93]. Цинк і бор інтенсивно поглинаються рослинами протягом більш коротких періодів часу порівняно із макроелементами [20].

Цинкові добрива застосовують на ґрунтах, де вміст рухомого цинку нижчий 0,2-0,3 мг/кг, в дозах 3-10 мг/га, для передпосівної обробки насіння – 30-50 г сульфату цинку [13].

Мідь (Cu) входить до складу ферментів, активізує вуглеводний і білковий обмін, впливає на фотосинтез та синтез білка, підсилює інтенсивність дихання рослин, активізує фермент, що запобігає руйнуванню клітин рослин, знижує інтенсивність розпаду хлорофілу, впливає на розвиток і будову клітин рослин, підвищує стійкість до грибкових та бактеріальних хвороб, підвищує стійкість до вилягання, посухо- та жаростійкість, зимостійкість рослин. Внаслідок впливу міді на біосинтез гемоглобіну і активність низки ферментних систем інтенсифікується процес зв’язування молекулярного азоту атмосфери та засвоєння азоту з ґрунту та добрив [3, 17, 18, 53, 69].

За нестачі міді (менше 5 мг/кг ґрунту) гальмується ріст генеративних органів, знижується інтенсивність фотосинтезу, на листках з’являється хлороз, молоді листки жовтіють, спостерігається їх смугастість. Стебла стають тонкими і твердими, листя втрачає тургор і на них з’являються жовтувато-зелені плями. Спочатку коренева система розвивається краще, ніж надземна, потім ріст корінців сповільнюється, вони буріють і відмирають, колоски волоті недостатньо сформовані або повністю безплідні («лейкоз»). Мідь не піддається процесу реутилізації. Нестача міді найбільш характерна для таких ґрунтів: легкі, свіжо-вапновані, пересушені, торфові, інтенсивно удобрені мінеральними добривами [11, 13, 36, 45, 93].

Нестача міді може проявитися у разі внесення великих норм азоту і фосфору, вапнування ґрунтів, за сухої і теплої погоди (високих температур ґрунту та повітря) [11, 13, 45, 90].

Сприятливо впливають на доступність міді калійні добрива. Перешкоджає засвоєнню міді високий вміст у ґрунті іонів антагоністів: N, P, Ca, Mo, Zn. Сприяє

засвоєнню міді оптимальний вміст сполук сірки [3].

Молібден (Mo) бере участь у вуглецевому обміні, синтезі вітамінів, амінокислот, білків і хлорофілу, впливає на інтенсивність окисно-відновних реакцій, входить до складу ферменту нітратредуктази, що здійснює відновлення нітратів у рослинах, підвищує утримування вуглеводів, каротину й аскорбінової кислоти, підвищує утримування білкових речовин, підвищує вміст фосфору в рослині [3, 11, 17, 28].

Внесення молібдену під небобові культури сприяє кращому засвоєнню азоту з добрив і ґрунту, знижує втрати азоту внаслідок вимивання нітратів і процесу денітрифікації. За нестачі молібдену відбуваються зміни в азотному обміні, гальмується біологічна редукція нітратів, сповільнюється синтез амідів, амінокислот і білків [3].

Зовнішні ознаки *нестачі* молібдену в рослинах подібні до азотного голодування. Спочатку проявляються блідо-зелені плями між жилками листка, листки набувають світло-зеленого кольору, потім вони буріють і відмирають. Послаблюється ріст рослини, затримується цвітіння. У разі значної нестачі молібдену точка росту відмирає. Симптоми дефіциту можуть виявлятися уже на сім’ядолях, а пізніше на інших органах [3, 11, 93].

Перешкоджають засвоєнню молібдену високий вміст у ґрунті іонів Mn, Fe, Cu, SO_4, NO_3, висока кислотність ґрунту. Сприяють – кислотність у межах pH 6,8-8,5 та оптимальний вміст іонів P, Ca. Частково піддається процесові реутилізації зі старих органів рослин [3, 11].

Низький вміст молібдену зустрічається на легких, середніх і важких ґрунтах, а також ґрунтах, які утворилися в результаті гнейського вивітрювання, а також на чорноземах [93]. Молібденові добрива вносять на ґрунтах, у яких вміст рухомих форм не перевищує 0,2 мг/кг ґрунту [13].

Кобальт (Co) активізує роботу багатьох ферментів, зокрема нітратредуктази, впливає на синтез хлорофілу, нагромадження вуглеводів і жирів у рослинах, підвищує інтенсивність дихання, стимулює біосинтез нуклеїнових кислот і аскорбінової кислоти. Бере активну участь у реакціях окислення та відновлення,

позитивно впливає на дихання та енергетичний обмін. Кобальт позитивно діє на розмноження бульбочкових бактерій, особливо на нейтральних ґрунтах [3, 11].

Зовнішні ознаки дефіциту кобальту подібні до азотного голодування. За дефіциту кобальту в рослинах розвивається хлороз. Поганий ріст та розвиток рослин може бути частково виправлений внесенням азотних добрив [11].

Натрій (Na) підтримує оптимальний для клітин осмотичний потенціал, завдяки чому підвищується посухостійкість рослин. Позитивно реагують на застосування натрію буряк столовий, редиска, капуста, помідор [11].

Кремній (Si) бере безпосередню участь у біосинтезі захисних метаболітів, а в ґрунті міститься у складі силікатів. Силіцій утворює комплекси з органічними кислотами і в такій формі здатний зміцнювати клітинні стінки, полегшує засвоєння рослинами фосфору, захищає рослини від токсичного впливу високих доз заліза, алюмінію, марганцю [3, 38], підвищує ефективність мінеральних добрив і пестицидів [24, 99-101].

Рослини можуть поглинати низькомолекулярні кремнієві кислоти та їх аніони не тільки через кореневу систему, а й через поверхню листків, якщо обприскувати їх кремнієвмісними водними розчинами. Важливо зазначити, що поглинання кремнію листками складає близько 30-40%, тоді як через кореневу систему не перевищує 1-5% [3, 100].

За внесення кремнієвмісного добрива істотно підвищується схожість насіння, стимулюється накопичення біомаси надземними частинами і коренями кукурудзи за умов ґрунтової посухи й оптимального зволоження (60% ПВ) [101], збільшується кількість вторинних і третинних корінців на 20-100% [54].

Селен (Se) - це біологічно активний мікроелемент, що входить до складу більшості гормонів і ферментів (активний центр якого складається із 4-х атомів селену) та пов’язаний із всіма органами і системами, надходження його поряд з іншими мікроелементами необхідне для підтримки нормального функціонування організму [3].

Фізіологія і біохімія селену рослин є багато в чому близького до фізіології і біохімії сірки, але досліджена значно менше. Селен може заміщати сірку в аналогах

деяких амінокислот (метіоніні, цистеїні), бере участь у реакціях утворення хлорофілу, синтезі трікарбонових кислот, а також метаболізмі жирних кислот, є у ряді окислювально-відновних ферментів разом із залізом і молібденом, також входить в активний центр деяких гідрогеназ фототрофних бактерій разом з нікелем і залізом [3, 102].

Хлор (Cl) дуже поширений у природі і легко доступний рослинам. Він підтримує в клітинах необхідний тургор, забезпечує їх нейтральний електричний заряд. Відомо, що хлор стимулює фотосинтетичне фосфорилювання. Іон хлору необхідний при поділі клітини листя і стебла. Як компонент калійних і складних добрив у достатній кількості вноситься в ґрунт. Тому на практиці важливіше знати реакцію рослини на шкідливий вплив хлору [11].

Титан (Ti) активізує процеси метаболізму в рослинах. Пришвидшує ріст та розвиток, позитивно впливає на морфологічну будову рослин, підвищує вміст хлорофілу в листках, підвищує стійкість до ураження рослин грибковими та бактеріальними хворобами. Інтенсифікує фотосинтез і засвоєння елементів живлення [11].

1.2. Перспективи використання дигестату в сучасних технологіях вирощування

Використання органічних добрив обумовлюється їх невисокою вартістю, порівняно із синтетичними добривами, та високою ефективністю за рахунок вмісту макро- та мікроелементів. Наявність у складі органічних добрив корисних мікроорганізмів та поживних речовин підвищує родючість ґрунту та вміст гумусу [13, 14, 103].

Тривале використання мінеральних добрив сприяє мінералізації органічної речовини та зменшенню гумусу, а, як відомо, у гумусі містяться мікро- і макроелементи, фізіологічно активні речовини, крім того, гумус як губка вбирає пестициди і важкі метали. Вміст гумусу визначає основні агрономічно-цінні властивості ґрунту, а за рахунок вмісту структуроутворюючих елементів кальцію та магнію – його водні та повітряні властивості [14, 103].

Одним із резервів підвищення вмісту гумусу є використання біоорганічних добрив із позитивним агрохімічним та мікробіологічним складом, які отримуються шляхом ферментації відходів тваринництва (свинячого гною) у біогазових установках [104, 105].

На разі істотно збільшилася кількість зацікавлених процесами виробництва біогазу. Для фермерів біогазові технології набувають все більшого значення із двох основних причин: 1) виробництво біогазу для отримання енергетичної незалежності та більшої прибутковості виробництва; 2) побічні продукти біогазової технології (дигестат), які можна використовувати як органічне добриво [106-110].

Стрімкий темп розвитку технічного прогресу, що спрямований на підвищення енергоозброєності та поліпшення комфортних умов праці і побуту людини, все частіше призводить до порушення природних процесів, виснаження біотичного потенціалу екосистем та зниження біопродукційної здатності природних і культурних ландшафтів [111-114]. Тому потрібно особливу увагу сьогодні приділяти вивченню взаємозв'язку результатів антропогенної діяльності і природних процесів біоти та ґрунтів на різних рівнях локалізації [114].

Дигестат – органічні субстрати після ферментації у біогазових станціях насичені поживними речовинами та відмінно підходять для удобрення ґрунтів [115-119].

Перебродженний шлам (дигестат) є високоефективним знезараженим добривом, що повертає в ґрунт поживні речовини і лігнін як основу утворення гумусу та забезпечує виробництво екологічно чистої продукції [107, 113, 114, 119-124].

За виробленими обсягами товарної продукції біогазових станцій на першому місці виступає ефлюент або дигестат [111, 125], об'ємна продуктивність якого дорівнює об'ємному завантаженню перероблюваного субстрату, при цьому унікальне поєднання його мікробіологічного та мікроелементного складу дозволяє отримувати на його основі цінні біоорганічні добрива [114].

Під час виробництва біогазу відбувається розкладання біомаси і утворення

дигестату в результаті хіміко-фізичних процесів і симбіотичної життєдіяльності 3-х основних груп бактерій, при цьому продукти метаболізму одних є продуктами живлення інших у певній послідовності [117, 126-128]. Перша група – гідролізні, друга – кислото-утворюючі, третя – метаноутворюючі бактерії. В якості сировини для отримання дигестату в процесі виробництва біогазу можуть використовуватися як органічні агропромислові або побутові відходи, так і рослинна сировина [117, 129-131].

Процес деградації ділиться на чотири етапи: гідроліз, ацидогенез, ацетогенез і метаногенез; і в кожній окремій фазі різні групи факультативні або обов'язкові анаеробні мікроорганізми [108, 111, 113, 130, 132-138]:

- на першому етапі (гідроліз) аеробні бактерії перебудовують високомолекулярні органічні субстанції (білок, вуглеводи, жири, целюлозу) за допомогою ензимів на низькомолекулярні сполуки, такі як цукор, амінокислоти, жирні кислоти і воду, цей процес має повільний плин і залежить від таких позаклітинних ензимів, як, наприклад, целюлоза, амілази, протеази і ліпази, рівня pH (4,5-6,0) та часу перебування в резервуарі;

- далі розщепленням займаються кислото-утворюючі бактерії (*окислення*), також у цьому етапі беруть участь анаеробні бактерії, які використовують залишки кисню і утворюють тим самим необхідні для метанових бактерій анаеробні умови, за pH 6,0-7,5 виробляються в першу чергу нестійкі жирні кислоти (карбонові кислоти – оцтова, мурашина, масляна, пропіонова), низькомолекулярні алкоголі – етанол і гази – двоокис вуглецю, вуглець, сірководень і аміак;

- після цього кислото-утворюючі бактерії (дуже чутливі до температури) з органічних кислот утворюють вихідні продукти для формування метану, а саме: оцтову кислоту, двоокис вуглецю і вуглець;

- на останньому етапі утворюється метан, двоокис вуглецю і вода, як продукт життєдіяльності метанових бактерій (виключно анаеробні) з оцтової і мурашиної кислоти, вуглецю і водню (90% всього метану виробляється на цьому етапі, 70% утворюється із оцтової кислоти), таким чином, розкладання оцтової кислоти є

фактором, що визначає швидкість утворення метану, за оптимального рівня pH 7,0, при чому амплітуда температурних коливань може бути в межах 6,6-8,0°C.

Для отримання дигестату можуть використовуватися будь-які органічні відходи, придатні для виробництва біогазу: гній, пташиний послід [113, 114, 122, 125, 139-140], зерно, меляса, післяспиртова і пивна дробина, буряковий жом, фекальні стоки, відходи рибного та забійного цеху (кров, жир, нутрощі), трава, побутові відходи органічного походження, відходи молокозаводів – солона та солодка молочна сироватка, відходи від виробництва біоетанолу, біодизеля, технічний гліцерин, відходи від виробництва соків – жом фруктовий, ягідний, овочевий, виноградні вижимки, водорості, відходи виробництва крохмалю та патоки – мезга і сироп, відходи переробки картоплі, шкурки, гнилі бульби [131], макуха, силос, барда, цукровий буряк, гичка, клітковина, крохмаль і патока, флотаційний шлам (осад), зневоднений флотаційний шлам (осад) з міських заводів, що займаються очищенням стічних вод та інше [104, 141, 142].

Дослідження щодо використання різних органічних решток та тваринних відходів у якості субстратів проводилися багатьма вченими [143-146]. Наразі 86% біогазового потенціалу сконцентровано на сільськогосподарській сировині і лише 8% на промислових і комунальних відходах [108].

Співвідношення C : N показує загальне співвідношення вуглеводів із загальним вмістом азоту. На один відсоток фосфору припадають 5 відсотків азоту і 75-125 відсотків вуглецю [138, 147]. Оптимальне співвідношення вуглецю до азоту становить 30: 1 і 10: 1. Якщо співвідношення падає до рівня 8 : 1, то в зв’язку з великим вмістом амонію в субстраті сповільнюється розвиток бактерій через аміак. Для оптимальної життєдіяльності бактерії потребують невелику кількість важких металів і мікроелементів [108, 148].

Джерелом органічного азоту є мікроорганізми харчового тракту тварин. Завдяки анаеробному зброджуванню органічної сировини в біогазовій установці мінералізація отриманих добрив зростає: мінеральна частина становить 60%, а органічна – 40%. За правильних умов внесення біодобрив (температура довкілля, вологість повітря й інші чинники) основні складові азоту інтенсивно взаємодіють,

постійно забезпечуючи рослини поживними елементами [118, 149].

Жуйні тварини є класичним прикладом прояву симбіозу між тваринним організмом і мікрофлорою, яка живе в передшлунках. У рубці жуйних тварин температура трохи вища, ніж у прямій кишці, що багато в чому залежить не тільки від інтенсивності кровопостачання, але й від анаеробного бродіння в рубці, і становить 38-42 °С. Відносно сталі кислотність, іонний склад вмісту, а також достатня кількість рідини сприяють забезпеченню нормальної життєдіяльності мікроорганізмів. Кислотність рубцевого вмісту знаходиться на рівні від 6,8 до 7,2, створюючи тим самим сприятливі умови для мікрофлори. Частий прийом корму забезпечує постачання бактерій живильним середовищем [138].

У свиней коефіцієнт перетравлення корму набагато нижчий, що обумовлено однокамерним шлунком і коротким кишечником. Тому вихід біогазу з гною свиней істотно вищий, ніж з гною великого рогатої худоби через те, що містить безліч поживних речовин, які нерозкладені й невикористані організмом. Кури, як і всі птахи, мають короткий травний апарат, що обумовлює їх малу вагу (перетравлення є неповним). У посліді міститься велика кількість речовин, що придатні до перетравлювання. Він настільки багатий сухою масою, що, як правило, його необхідно розбавляти водою. До того ж, високий вміст азоту може викликати проблеми з біологічним процесом анаеробної ферментації (інгібування процесу) [111, 113, 131, 138].

Перспективність виробництва дигестату полягає в тому, що значна частина органічних відходів припадає на агропромисловий комплекс, тому розвиток біогазової енергетики є найбільш перспективним і бачиться саме в цьому секторі економіки [117, 131].

Біомаса характеризується такими фізико-хімічними показниками, як: вологість, вміст сухої речовини (СР), вміст органічної сухої речовини (оСР), кислотність (pH), вміст білків, вуглеводів та жирів. У процесі зброджування мікроорганізмами на неї діють: температура, вологість середовища, рівень pH, співвідношення C: N: P, площа поверхні частинок сировини, частота подачі субстрату, уповільнюючі речовини, стимулюючі домішки [130, 131]. Від цих

показників залежить час зброджування, кількість одержуваного біогазу та його склад і властивості майбутнього біодобрива «дигестату».

Біодобриво діє на рослину відразу ж після внесення в ґрунт, для всіх сільськогосподарських, декоративних і овочевих культур у розбавленому водою вигляді, шляхом підживлення, поверхневого поливу ґрунту або обприскування листової поверхні рослин [131, 150]. Маючи слабо-лужне середовище (pH 7,6-8,2), знижує кислотність ґрунту. Використовується у всіх кліматичних зонах, для всіх видів ґрунтів, підвищуючи їх родючість і покращуючи їх екологічний стан, підвищує стійкість рослин до несприятливих умов навколишнього середовища, особливо під час пізніх заморозків, мікробіологічні процеси у кореневої зони рослини відбуваються з виділенням тепла, необхідного для захисту сходів. Застосування добрива покращує приживлюваність пересаджених плодових культур як у весняний, так і в осінній періоди. Одна-три тонни рідкого добрива за своєю ефективністю еквівалентні 50-100 тоннам гною [108, 131, 136, 139-140, 151].

Існує світовий досвід застосування біодобрив (дигестату), зокрема вони широко застосовуються в Голландії, Німеччині, Англії, Фінляндії, Італії, Китаї, Індії та інших країнах. В умовах України дуже гарні результати застосування цього добрива отриманні при вирощуванні картоплі, буряка, капусти, моркви, помідорів, огірків, суниці, малини, смородини та інших овочевих і ягідних культур, а також злакових, кормових і газонних трав, декоративних квітів, таких як троянди, нарциси, півонії та ін. [130, 131].

Розглянемо порівняння різного виду добрив за якісними показниками (табл. 1.1). Якщо завантажити 100 тис. тон сировини у біогазову установку, то отримаємо стільки ж екологічно чистого добрива, в якому є кальцій, фосфор й азот у рідкій і твердій фракціях [131]. Дигестат можна зберігати у критих лагунах, резервуарах-сховищах з передбаченою опцією відбору залишкового потенціалу біогазу тощо [152].

Завдяки своїм властивостям дигестат відіграє важливу роль у відновленні родючості ґрунтів у якості біоорганічних добрив, отриманих внаслідок зброджування органічної маси в біогазовій установці, цінність яких полягає в наступному [153-159]:

за рахунок корисної мікрофлори біодобрива позитивно впливають на ґрунтову біоту; сприяють збагаченню ґрунту органікою, гуміновими кислотами, необхідними для утворення гумусу; не містять збудників інфекції та насіння бур'янів та інвазії, які є в неперебродженому тваринному гною, внаслідок застосування необхідних температурних режимів у біогазовій установці; мають знижений рівень важких металів порівняно з кількістю, яка є у гною, що не перебродив; мають низький відсоток (15%) вимивання з ґрунту, тоді як гній може втрачати до 80% [113, 139, 160-161], дане ферментоване добриво дає ефект протягом 5-6 років після внесення [159].

Таблиця 1.1

Порівняння біодобрив з іншими видами добрив за якісними показниками [Орєхович О., 2016]

Показники	Біодобрива (дигестат)	Мінеральні добрива	Органічні добрива (гній, послід)
Засвоєння рослинами, %	100	35-40	80
Втрати азоту, %	5-8	50	30
Вміст нітратів у продукції	немає	є	немає
Вимивання із ґрунту,%	15	50	80
Наявність патогенної мікрофлори	немає	немає	є
Наявність насіння бур'янів	немає	немає	є
Наявність корисної мікрофлори	є у великій кількості	немає	є
Адаптаційний період	немає	є	є

Найчастіше для виробництва біодобрива (дигестату) використовується гній ВРХ, свинячий гній та курячий послід, оскільки основна бактерія, що виробляє метан, вже міститься в шлунку тварин. Відомо понад 50 видів метаногенів, які поділяють на три класи – Methanobacteria, Methanococci і Methanopyri [104, 108, 162].

В анаеробному процесі розщеплення близько 50% беруть участь бактерій з

аеробними або факультативно аеробними вимогами або добре переносить кисень. Світло не є для бактерій смертельним, але воно уповільнює процес анаеробного зброджування. Тому на практиці використовують світлонепроникні кришки [108, 133, 139-140, 160, 163-165].

Виробництво дигестату і стабільність процесів анаеробного зброджування сильно залежить від складу відходів, умов процесу та активності мікробних колоній у системі. У цьому сенсі певні співвідношення змішування, ко-перетравлення також можуть призводити до антагоністичних взаємодій, що знижують продуктивність біогазової установки [146, 166].

Україна має досить потужний сировинний потенціал для виробництва біогазу та дигестату [104, 114, 119, 123, 142, 167]. Тваринницькі комплекси і птахофабрики можна розглядати в першу чергу як виробників відходів, оскільки обсяги гною і посліду в сотні і тисячі разів перевищують обсяги основної продукції, а це екологічна проблема [113, 114, 125, 139-140, 168, 169]. Оцінка виходу гною, посліду, біогазу та дигестату значною мірою залежить від конкретних умов та технології. Зокрема, вихід гною (та меншою мірою посліду) залежать від віку тварин, а також від місцевих рамкових умов та умов утримання (кормів) [138, 168].

Кількість відходів агропромислового комплексу України сьогодні досягає 290 млн. т на рік (108 млн. т сухої речовини), причому більша частина цих відходів не утилізується, це призводить до проблем окислення ґрунтів, відчуження сільськогосподарських земель (під зберігання гною), забруднення ґрунтових вод і викидів в атмосферу метану – парникового газу [107, 114, 167, 170-172]. В Україні близько 50% тваринницьких ферм – промислові [119, 167, 173, 174]. Гній та послід спричинюють викиди 7 % загального обсягу від викидів закису азоту, який є одним із найнебезпечніших парникових газів [117, 167, 172, 175].

Гній або послід багатий на азот, фосфор та інші поживні речовини, які при потраплянні у воду роблять її непридатною для питного водопостачання, завдають шкоди водно-болотним угіддям та водним екосистемам [167].

Гній та послід також містять патогени, бактерії, стійкі до антибіотиків, і тому можуть стати причиною поширення хвороб. Надмірне використання антибіотиків на

фермах призводить до виникнення та поширення вірусів та бактерій, стійких до антибіотиків. Через гній або послід вони потрапляють до навколишнього середовища і спричиняють захворювання тварин та людей [117, 135, 167, 176].

Гній та послід є також джерелом викидів аміаку, метану та інших газів у повітря. При зберіганні у лагунах відкритого типу або внесенні на поля у великій кількості місцеве населення, що проживає поряд з промисловими фермами, потерпає від неприємного специфічного запаху [108, 135, 142, 167, 168, 176].

Анаеробне зброджування гною або посліду дасть змогу частково вирішити проблеми з відходами тваринництва, а саме зменшити ризик забруднення ґрунтів та води, викиди в атмосферу. При ньому гній та послід не зберігається тривалий час у лагунах, що зменшує ризики, пов’язані з розгерметизацією, вимиванням, аварійними ситуаціями, також зменшується ризик понаднормового внесення гною або посліду на поля [118, 136, 139, 140, 151, 167].

У середньому вміст азотних речовин у залишках бродіння зберігається на 70%, вміст калію та фосфору – на 100 %, на відміну від сирого гною та посліду. Відповідно, фермер повинен компенсувати тільки 30% азотних речовин за рахунок мінеральних добрив, а калій та фосфор покриваються в пропорції 1:1 [108, 123, 167, 177]. Застосування біоорганічного добрива (дигестат) забезпечує підвищення врожайності на 10-50%, покращує якість отриманої продукції та підвищує родючість ґрунту [149].

При порівнянні виробництва біоорганічного добрива і мінеральних добрив можна відмітити значний екологічних ефект саме від виробництва першої групи. Зокрема зменшення викидів парникових газів за рахунок застосування добрив із залишками бродіння від виробництва біогазу, тоді як мінеральні добрива отримуються на гірничих підприємствах в енергоємному процесі. При використанні залишків бродіння як добрив порівняно зі звичайними органічними і мінеральними добривами, парникові викиди зменшуються приблизно на 67% [167].

Гній та послід ідеально підходять як субстрат, крім того, вони легко змішуються з іншою сировиною. Таким чином, можна створювати програми для конкретного місця розташування, що дають змогу раціонально використати наявні ресурси [104, 121, 138, 167, 178].

В основі роботу БГУ закладені біологічні процеси бродіння та розкладання органічних речовин під впливом метаноутворювальних бактерій в анаеробних умовах, які характеризуються відсутністю вільного кисню, високої вологості і температурного середовища 15-25°С для психофільних, 30-40°С для мезофільних і 50-70°С для термофільних бактерій. Коливання температури протягом доби не повинні перевищувати двох градусів для психофільного режиму зброджування, одного градуса – для мезофільного і 0,5 градуса – для термофільного режимів [111, 141, 179, 180].

Тривалість бродіння сировини при психрофільному температурному режимі складає від 30-40 і більше діб, при мезофільному режимі – в межах 10-20 діб, при термофільному – в межах 5-10 діб [139, 140, 160, 178, 181-184].

Для анаеробного зброджування, в більшості випадків, у процесі отримання дигестату використовують мезофільний режим, при ньому температурний режим становить +34…+42 °С [149, 179, 185-190]. Метанові бактерії виконують свою життєдіяльність у межах температури 0-70ºС. Якщо температура вища вони починають гинути, за винятком кількох штамів, які можуть жити при температурі середовища до 90ºС. При мінусовій температурі вони виживають, але припиняють свою життєдіяльність [108, 160, 182-184, 191].

Не дивлячись на те, що процес розкладання целюлози в термофільних умовах проходить у 14 разів інтенсивніше, ніж у мезофільних, а кількість біогазу, що отримується, на 25-30 % вища, термофільні процеси мають нижчу стабільність, ніж мезофільні, а допустимі коливання температури значно знижуються [186, 190, 191].

Для підвищення ефективності зброджування та синергізму мікроорганізмів до реактора, окрім збалансованого живлення у вигляді органічної речовини, можуть додатково додавати вологу. Вологість субстрату в біореакторі доводиться до вологості 92-95% у літній період і 85% – у зимовий. Для досягнення необхідної вологості сировина розбавляється водою [117, 192]. Таким чином, для бродіння твердих субстратів (помилково іноді називають сухим бродінням) існує потреба в воді [108]. Чим вищий відсоток вмісту сухої речовини в ко-субстраті (метантені), тим більше робочого часу необхідно буде витратити на його переробку в резервуарі попереднього

зберігання [139, 140].

Використання гною як моносубстрату для виробництва біогазу, а й відповідно дигестату, в більшості випадків з економічної точки зору є недоцільним та потребує додавання рослинних субстратів [104, 193, 194]. Крім силосу кукурудзи, використовують також силос цукрового і трав'янистого сорго, цукрові буряки, конюшину, свічграс, тритікале [119, 120, 194, 195], соняшник, міскантус, коноплі [107, 194], солому, бадилля [113, 119, 123, 138, 168], листя [148]. Крім того, додавання в послід торфу, тирси, лігніну або соломи помітно знижує втрати азоту [121, 138].

Складність використання деякої рослинної біомаси в якості субстратів для біогазових установок обумовлена як фізико-механічними, так і хімічними її властивостями. Рослинні рештки мають низьку питому щільність та розгалужену капілярну структуру, вкриту гідрофобними компонентами (воски, лігнін), що призводить до утворення в біореакторі щільних плаваючих шарів. Крім того, хімічна стійкість рослинної біомаси до біологічної дії бактерій значно погіршує умови та ступінь кінцевої деструкції такого субстрату [148].

Компонентний склад органічної речовини та здатність її до біологічного розпаду є ключовими факторами, що визначають потенціал виходу метану з силосу кукурудзи та якість дигестату [104, 196]. У свою чергу компонентний склад органічної речовини кукурудзи залежить від: місця вирощування, кліматичних умов, гібриду кукурудзи, тривалості вегетаційного періоду, технології вирощування та силосування [194, 197].

У природі анаеробний процес розкладання із виділенням метану називають також гниттям – його можна спостерігати в болтах, озерах, трясовинах і т. д. Якщо в такому середовищі є кисень, то органіку розкладають інші бактерії; в такому випадку процес буде називатися компостуванням [108].

Досить важливими для бактерій є нікель, кобальт, молібден, вольфрам і залізо особливо для формування ензимів. Багато мікроелементів утворюють із сіркою стійкі сульфіди, і тому може виникати їх дефіцит [108]. Інтенсивність бродіння можна підвищити механічним розщепленням і руйнуванням структури твердих органічних компонентів або механічною деструкцією [163, 198], що приводить до збільшення активної поверхні, яка обробляється метанотвірними мікроорганізмами, руйнування

клітин і вивільнення здатної до бродіння внутрішньоклітинної рідини, що містить легкорозчинні органічні речовини [139, 140].

Існує цілий ряд субстанцій, які можуть уповільнити або й зовсім припинити обмін речовин і розвиток мікроорганізмів при анаеробному зброджуванні: пральні порошки, важкі метали, антибіотики, хіміотерапевтичні і дезінфікуючі засоби, сполуки сірки (серед іншого в теплицях для вирощування капусти і ріпчастої цибулі), ефірні масла (шкірка цитрусових, часник); кислота щавлева (наприклад, у різних видах конюшини); ціаніди, таніни і т. п. [108].

1.3. Особливості удобрення кукурудзи, моркви та буряків столових

Кукурудза (Zea mays L.) належить до культур, вимогливих до забезпечення поживними речовинами, оскільки має тривалий період вегетації і елементи живлення кукурудза поглинає до настання фази воскової стиглості зерна, на формування 1 т зерна з відповідною листостебловою масою кукурудза засвоює 15-32 кг азоту, 6-14 – фосфору, 20-35 кг калію, по 4-10 кг магнію і кальцію, 3-4 кг сірки [12, 32, 69, 199, 200], 11 г бору, 14 г міді, 110 г марганцю, 0,9-1,0 г молібдену, 85 г цинку, 200 г заліза [52, 68, 92, 200-204].

У розвитку кукурудзи можна виділити два важливі періоди живлення головними елементами: період утворення 3-7 листків та період від появи 9-10 листків до повного викидання волоті [18, 51, 205].

У перший період розвитку кукурудзи (фаза 3-4 листків) закладаються репродуктивні органи. Від наявності елементів живлення, особливо фосфору, залежить кількість квіток на качані, кількість качанів на рослині та зерен на них. У цей період кукурудза росте слабо, коренева система утворює перші вузлові корені і не може поглинати поживні речовини з важкодоступних сполук [18, 25, 32, 35, 69, 205-207].

Другий період (фаза 6-8 листків) характеризується інтенсивним ростом рослин, кукурудза переходить на споживання елементів живлення вторинною кореневою системою, наростає листкова поверхня рослин кукурудзи, формуються генеративні органи, що призводить до інтенсивного споживання макро- та мікроелементів. Він

триває 17-20 діб. За такий короткий час накопичується головна маса рослини і використовується значна кількість елементів живлення: азоту й фосфору – 50% загальної кількості, калію – 70% максимального нагромадження [24, 51, 58, 204, 207].

Для засвоєння такої кількості елементів живлення кукурудзі потрібно понад 50 кг води, 70 кг кисню та 210 кг вуглекислого газу [200, 208-212]. За умов достатньої водозабезпеченості та відсутності дефіциту азоту цвітіння починається на два-три дні раніше [28]. Азот підсилює ріст суцвіть, сприяє підвищенню кількості квіток на них [49], сприяє підвищенню вмісту білка і жиру в зерні [34], сприяє зменшенню клітковини, що, в свою чергу сприяє зменшенню кількості лігніну в клітинних волокнах, знижуючи стійкість таких стебел до вилягання, зменшуючи відсотковий вміст сухої речовини [30]. Норму внесення мінерального азоту орієнтовно встановлюють з розрахунку N_{15} на 1 т зерна на родючих ґрунтах і N_{20} на 1 т зерна на бідніших ґрунтах [58].

У більшості випадків азотні добрива вносять у два прийоми: під передпосівну культивацію до сходів – 30-50% і в підживлення – 50-70% від визначеної норми [36, 213].

Фосфор кукурудза засвоює більш-менш рівномірно, в порівняні із азотом, у продовж тривалого часу аж до достигання врожаю [32, 40, 92, 202, 207].

На початковому етапі росту кукурудзи фосфор погано поглинається рослинами, навіть у разі високого його вмісту в ґрунті, якщо ґрунт ще не прогрівся, позаяк на початкових стадіях росту коренева система є слабкою. Тому що фосфор засвоюється за температури не нижчої ніж +12…+14°С [52-54, 58, 68].

За нестачі фосфору в молодих рослин кукурудзи порушується утворення пігментних речовин, тому через надмірний синтез антоціану рослини набувають бузкового кольору [28, 204, 214, 215].

Удобрення фосфором позитивно пливає на накопичення у рослинах крохмалю та вуглеводів [20, 48], підвищує посухостійкість, прискорює утворення качанів і дозрівання урожаю [53, 56, 212]. З огляду на малу рухомість фосфору, а також гарну його доступність при позиціюванні у гарантовано вологих шарах ґрунту найбільш доцільним є внесення фосфорних добрив восени під основний обробіток ґрунту [36].

Засвоєння фосфору покращується при вапнуванні ґрунтів [34, 45]. Зрошення пришвидшує накопичення фосфору в рослинах кукурудзи в усі періоди вегетації [49].

Серед зернових кукурудза засвоює калію найбільше з усіх елементів живлення [25, 28, 34, 58, 92, 202]. Він сприяє утворенню вуглеводів завдяки впливу на обмін речовин рослини, підвищує стійкість до стеблового вилягання (сприяє зміцненню стебла та росту судин ксилеми), стеблових гнилей та є важливим для утворення початків [24, 28, 32, 36, 68, 212].

Дефіцит калію сприяє укороченню міжвузль рослин, при цьому стебла тоншають [28, 34].

Сходи кукурудзи уже на 8-9-й день потребують надходження магнію із поживного розчину. Дефіцит магнію у рослинах кукурудзи знижує стійкість їх до хвороб**,** негативно впливає на процеси цвітіння та запилення, що обмежує зав'язування качанів, зменшує їх озерненість [28, 62, 63, 92].

За нестачі сірки качани кукурудзи гірше виповнені зерном, спостерігається так звана «череззерниця». Компенсувати незначну нестачу магнію і сірки можна за допомогою листкового внесення сірчанокислого магнію одночасно з карбамідом, за значного дефіциту цих елементів живлення обов'язковим є основне внесення їх з добривами [34, 92].

За дефіциту мікроелементів у кукурудзі, її врожайність знижується мінімум на 4-10 ц/га, також погіршується і якість зерна (вміст сухої речовини, крохмалю, каротину, білку), зменшується кількість качанів та життєздатність [7, 205, 212, 216].

Серед мікроелементів рослини кукурудзи найбільше потребують цинку [16, 67, 90, 93, 200]. За нестачі цинку в рослинах можуть не зав'язуватися качани, знижується ріст рослин через скорочення довжини міжвузль [16, 58, 69, 92, 93]. У кінці вегетативного росту і в репродуктивні фази розвитку рослин поглинається 71% цинку [20].

Овочеві культури, такі як морква та буряк, необхідно вирощувати в регіонах, де ґрунтово-кліматичні умови (тепловий режим, довжина світлового дня, вимоги до складу, вологості ґрунту та відносна вологість повітря) найбільше відповідають біології розвитку даних рослин.

Буряк столовий (Beta vulgaris L.) – дворічна, перехресно- вітрозапильна овочева рослина. Для нього найбільш придатні добре окультурені родючі ґрунти, з глибоким орним шаром, які мають нейтральну або слабокислу реакцію ґрунтового розчину. Кислі ґрунти потрібно вапнувати, вносячи вапнякові матеріали безпосередньо під буряк, що дає змогу підвищити його врожайність на середньокислих ґрунтах на 4,5-7,0 т/га [3].

Буряк столовий використовує порівняно значну кількість елементів живлення з ґрунту впродовж всього вегетаційного періоду. На утворення 10 т товарного врожаю використовується близько 30-41 кг азоту, 10-20 кг фосфору, 30-75 кг калію. Надмірне внесення азотних добрив призводить до розтягування строків достигання, погіршення якості коренеплодів і зниження їх лежкості. Буряк потребує більше калію, який сприяє відтоку пластичних речовин з листків у коренеплоди, прискорює їх достигання й підвищує якість, а також гарно реагує на внесення добрив, що містять натрій [3, 11].

На ґрунтах з високою насиченістю поглинаючого комплексу натрієм ефективність калійних добрив знижується, оскільки буряки можуть використовувати частково замість калію натрій.

Буряк столовий добре використовує післядію органічних добрив. Післядія органічних добрив у нормі 40-80 т/га на другий рік підвищує врожайність коренеплодів на 10-30 %, а разом з мінеральними добривами – на 35-97 %, тому його посіви слід розміщувати в сівозмінах після угноєних попередників [3].

На фоні використання оптимальних доз мінеральних добрив при вирощуванні буряків столових ефективним є проведення позакореневих підживлень розчинами мікроелементів. Найвищий приріст забезпечує застосування бору (6,2 т/га), молібдену (6,9 т/га) та суміші Mn+B+Mo (7,5 т/га) у фази початку наростання коренеплоду та його активного росту [3, 11].

Морква (Daucus carota) краще росте і дає високі врожаї стандартних коренеплодів на суглинкових і супіщаних добре аерованих, зрошуваних ґрунтах з високим вмістом органічної речовини, а також на заплавних окультурених ґрунтах і торф’яниках [3, 92].

За даними лабораторії агрохімії Інституту овочівництва та баштанництва НААН

на утворення 10 т товарного врожаю використовується близько 50-60 кг азоту, 16 кг фосфору, 27-30 кг калію [3, 217].

Морква характеризується високими темпами споживання елементів живлення вже на початку росту й розвитку, тому мінеральні добрива під неї найбільш ефективні [3, 10, 13]. Оптимальною в умовах Лівобережжя Лісостепу на чорноземі типовому при зрошені є норма мінеральних добрив з таким співвідношенням елементів живлення N: P_2O_5: K_2O як 1,5: 1,5: 1,5 (врозкид під зяблеву оранку або під ранньовесняну культивацію) [3].

Рекомендовані норми мінеральних добрив: азотні 40-60 кг/га, фосфорні 60-120 кг/га, калійні 60-120 кг/га. Понад 1/2 або 2/3 частини мінеральних добрив, переважно фосфорних і калійних, вносять під зяб і таку саму кількість азотних – під весняну культивацію, P_{10} – в рядки, решту РК – у підживлення (після проріджування рослин) [10, 13].

Для більш ефективної оптимізації мінерального живлення рослин моркви на фоні внесення рекомендованих доз мінеральних добрив рекомендується вносити також мікроелементи (мідь, бор, марганець та ін.). Кислі ґрунти вапнують.

Органічні добрива вносити під моркву не рекомендується, оскільки це призводить до розтріскування коренеплодів і збільшення виходу нетоварної продукції, а також погіршення їх збереженості. Тому її посіви слід розміщувати в сівозмінах після угноєних попередників [3].

Висновки до розділу 1:

Підсумовуючи огляд наукової літератури, можна зробити такі висновки:

Вивчення функціональних особливостей макро- та мікроелементів у життєдіяльності рослинного організму для сільськогосподарських та овочевих культур у різних агроекологічних умов України має не лише наукову, а й практичну цінність. Численними дослідженнями доведено вплив системи удобрення, зокрема із використання біодобрив (дигестату), на формування урожаю, адаптивності, стресостійкості та якості продукції. Щодо досліджень з ефективності біоорганічних добрив (дигестату) на конкретні сільськогосподарські та овочеві культури, рівень родючості, баланс елементів живлення та комплекс агрономічно-цінних ознак ґрунтів,

то інформації в літературі недостатньо.

Отже, аналіз літературних джерел свідчить про те, що для підвищення родючості ґрунтів, забезпечення максимального потенціалу сільськогосподарських та овочевих культур необхідно провести дослідження з вивчення ряду питань, які на даний час недостатньо або зовсім не вивчені, а саме:

- встановити особливості росту й розвитку та формування урожаю кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від норми внесення біоорганічного добрива (дигестату) на основі свинячого гною;

- на основі комплексних досліджень дати оцінку балансу елементів живлення у ґрунті при застосуванні біоорганічного добрива «Ефлюент» з метою збереження та підвищення рівня родючості ґрунтів;

- дослідити та обґрунтувати оптимальну норму внесення біоорганічних добрив (дигестату) при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових;

- встановити вплив внесення біоорганічних добрив на якість овочевої продукції, зокрема накопичення у ній важких металів та нітратів;

- з’ясувати імунологічний стан посівів залежно від досліджуваної норми внесення дигестату;

- визначити реакцію кукурудзи, моркви та буряків столових на оптимізації забезпеченості рослин елементами живлення за різних норм внесення біоорганічних добрив, що вивчали.

Пошук шляхів оптимізації забезпеченості рослин макро- і мікроелементами на основі використання біоорганічних добрив, які б забезпечували значне зростання урожайності, якості продукції та підвищили б родючість ґрунтів та здатні вирішити проблему утилізації тваринницьких відходів в умовах промислових комплексів у нашій державі. Різні твердження вітчизняних та зарубіжних вчених з окремих питань отримання, виробництва та застосування біоорганічних добрив при вирощуванні рослинницької та овочевої продукції підтверджують актуальність та необхідність подальших досліджень з даної проблеми.

РОЗДІЛ 2
ПРОГРАМА, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови досліджень

Експериментальну частину досліджень (польові досліди) проведено протягом 2019-2021 рр. на дослідному полі на базі ТОВ «Органік-Д», яке розміщене в Лісостепу правобережному України у Вінницькому національному аграрному університеті згідно зі схемою досліджень.

Поле, на якому проводилися дослідження, має сірий лісовий тип ґрунту на лесі із середньо-суглинком механічним складом, орний горизонт у нього становить 30 см. Сірий лісовий ґрунт характеризувався такими агрохімічними показниками вміст гумусу (за Тюріним) 1,5%; вміст азоту – 9,6-14,3 мг/100 г ґрунту (за Корнфілдом), рухомого фосфору – 7,5-13,9 і обмінного калію – 10,3-23,0 мг/100 г ґрунту (за Чириковим).

Клімат зони досліджень (Вінницької області) помірно теплий [218, 219].

Середньо-багаторічна температура повітря за рік становить 6,9 °С на заході, 7,2 °С на сході. Сніговий покрив встановлюється в другій половині листопада і сходить у третій декаді березня. Висота снігового покриву в західних і південних частинах зони коливається в межах 13-20 см, а в східній частині – 26-35 см. Для цієї зони характерні довгі відлиги, протягом яких температура повітря в окремі роки підвищується до +12…+14 °С. Весняні заморозки в повітрі закінчуються в більшості років до 15 квітня.

Літо характеризується високими і стійкими температурами. В липні середньомісячна температура повітря коливається від 10 °С на заході і до 20 °С на сході. Абсолютний максимум температур досягає +39…+49 °С.

Довжина вегетаційного періоду зони складає 150-170 днів. При цьому досить часто спостерігаються посушливі періоди і суховії.

Згідно з даними агрометеорологічних спостережень Вінницької метеостанції, основні показники кліматичних умов у роки проведення досліджень не були

близькими до середніх багаторічних даних (рис. 2.1, додаток А).

У 2019 році березень характеризувався значними коливаннями температури від негативних до позитивних значень, вітряною з невеликими опадами (2-21 мм). У третій декаді березня спостерігалися явища характерні як для холодного (сніг, мокрий сніг, утворення снігового покриву), так і теплого періоду (тумани, дощі). У квітні спостерігалася тепла без істотних опадів погода. Температура ґрунту на глибині 10 см в окремі дні знижувалася до 6-7˚ тепла, що стримувало появу сходів теплолюбних культур. У нічні години в третій декаді спостерігалися заморозки на поверхні ґрунту. В травні сильні дощі викликали ущільнення ґрунту, що ускладнювали появу сходів ярих культур і потребували додаткового обробітку. Атмосферні процеси в другій декаді травня обумовили підвищення температурного режиму порівняно з попереднім періодом. Пройшли дощі різної інтенсивності, місцями спостерігалися зливи, грози, град, спостерігалася висока відносна вологість повітря, місцями перезволоження ґрунту при високих температурах. У червні відмічені сильні зливи, шквалисте посилення вітру, грози, град. Протягом другої та третьої декад червня утримувалася жарка з невеликими опадами погода. Кількість опадів за декаду становила 0,5-18,0 мм, що відповідає 2-50 % декадної норми, в окремих районах опадів не було. В першій декаді липня відбулося зниження нічних температур нижче +15˚С, що негативно вплинуло на ріст та розвиток овочевих культур. Друга та третя декади липня характеризувалися прохолодною, дощовою погодою. Підвищення максимальної температури до 31-34˚С тепла було нетривалим, тому не пригнічувався ріст коренеплодів та овочевих культур. У серпні відбувалися коливання температури від помірно теплих до жарких днів з нерівномірним розподілом опадів. Жаркою, сухою погодою закінчився останній місяць календарного літа, не відбулося поповнення вологозапасів ґрунту, що негативно впливало на завершення вегетації пізніх сільськогосподарських культур. Упродовж першої декади вересня спостерігалася дуже тепла для початку вересня та суха погода, обумовлена впливом потужного антициклону. В другій декаді вересня відмічалися перші заморозки на висоті 2 см від поверхні ґрунту інтенсивністю від нуля до мінус

двох градусів. Протягом декади тривала ґрунтова засуха. Дощі, що пройшли в кінці вересня, принесли не тільки користь, але могли негативно вплинути на коренеплоди та городні овочеві культури. В жовтні спостерігалися коливання температури, в нічні години відмічені заморозки на поверхні ґрунту і в повітрі. Друга та третя декади жовтня характеризувалися сухою, сонячною, дуже теплою для середини жовтня погодою. В листопаді спостерігалися різкі коливання температурного режиму з опадами різної інтенсивності, з туманами та часом посиленням вітру. На території області пройшли невеликі та помірні опади у вигляді дощу, мряки та мокрого снігу.

У 2020 році в березні спостерігалася надзвичайно тепла з невеликими опадами та густими туманами погода. Протягом місяця випадали опади різної інтенсивності – 1-21 мм, що становить 8-148 % від норми. В квітні сформувалася сонячна, суха погода з поступовим підвищенням добових температур від одного градуса тепла на початку декади до 10-11˚С тепла в кінці. Протягом першої декади опадів не було. Друга декада квітня характеризувалася значним коливанням температури: сонячною, з невеликими опадами, вітряною погодою. Третя декада квітня характеризувалася значним коливанням температури: сонячною, вітряною погодою, з нерівномірним розподілом опадів. У травні була прохолодна, дощова погода. Не сприятливим фактором погоди було різке зниження температури, що стало лімітуючим фактором для розвитку сільськогосподарських культур, особливо теплолюбних, та щоденне випадання дощів, місцями значних. На поверхні ґрунту та на висоті 2 см відмічалися заморозки в східних, південно-східних та південних районах області. В червні одночасно з підвищенням температур в умовах високої вологості повітря створилися сприятливі умови для розвитку та поширення грибкових захворювань. Підвищення максимальних температур вище +30˚ при достатньому волого забезпеченні не пригнічувало росту та розвитку коренеплодів, крім тих районів, де спостерігався дефіцит опадів. У липні активні атмосферні фронти, що проходили по території області, обумовили зниження температурного режиму, місцями сильні дощі, шквали. В другій декаді в окремих районах опадів не було.

Суха, жарка погода негативно впливала на формування врожаю кукурудзи, гальмувала (де не було опадів) бульбоутворення, коренеплодоутворення. Відмічено ураження сільськогосподарських культур шкідниками та хворобами. В серпні спостерігали жарку погоду без істотних опадів. Запаси вологи в ґрунті у другій декаді серпня недостатні для продовження вегетації кукурудзи, буряків, сої та соняшника. Рослини кукурудзи в дану декаду втрачали тургор та не сформували повноцінних репродуктивних органів. У буряків та моркви відмічено пожовтіння нижніх листків. У вересні спостерігалася тепла, сонячна погода з опадами різної інтенсивності та кількості, місцями грозами. Вночі, в окремих районах, на висоті 2 см від поверхні ґрунту відмічалися заморозки інтенсивністю мінус 1˚С. У жовтні середня добова температура утримувалася на рівні літніх значень 14-21˚С тепла. Упродовж другої декади жовтня на території області відбулося значне зниження температури повітря порівняно з попереднім періодом, відмічалася переважно похмура, з густими туманами та опадами різної інтенсивності та кількості погода. 10-14 жовтня намітився перехід через +15° в бік зниження (закінчення метеорологічного літа).

У листопаді вночі та вранці спостерігалися густі тумани. В другій та третій декадах листопада спостерігалися коливання добових температур повітря, обумовлені впливом різних синоптичних процесів. Опади випадали часто у вигляді дощу та мряки. В третій декаді температура повітря становила 1,2-2,5˚С тепла, що на 0,1-1,3˚С вище від норми.

У 2021 році в березні спостерігалася надзвичайно прохолодна з нічними мінусовими температурами погода. Опади випадали в вигляді снігу та мокрого снігу. Протягом місяця випадали опади різної інтенсивності – 4-9 мм, або 31-64 % від норми. В квітні спостерігалася нестійка, прохолодна з нічними мінусовими температурами погода. Опади випадали у вигляді дощу та мокрого снігу. Середня декадна температура повітря становила 5,1-6,6 ˚ тепла, що на 1,1-2,3˚ нижче від норми. Протягом першої декади випадали опади 19-21 мм, або 175-192 % від норми. Друга декада квітня характеризувалася підвищенням температурного режиму порівняно з попередньою декадою, опадами різної інтенсивності та

кількості, місцями відмічено грози, місцями град. Третя декада квітня характеризувалася прохолодною з опадами у вигляді дощу та мокрого снігу погодою. Внаслідок вторгнення холодного арктичного повітря з 24 по 28 квітня на поверхні ґрунту та в повітрі спостерігалися нічні заморозки. В першій декаді травня була помірно тепла з нерівномірним розподілом опадів погода. Температура повітря в нічні години знижувалася до 0-3˚ тепла. Мінімальна температура на поверхні ґрунту опускалася від мінус 2˚до плюс 2˚. На поверхні ґрунту та на висоті 2 см відмічалися заморозки в східних, південно-східних та південних районах області. Середня декадна температура повітря становила 11,7-13,6˚ тепла, що на 1,0-2,0˚ нижче від норми. Протягом другої декади травня температура повітря була дещо нижча від норми. 18 та 19 травня на переважній частині території області пройшли дощі , шуміли грози, місцями випадав град. Протягом третьої декади відмічалися коливання температури та посилення вітру. Середня декадна температура повітря становила14,5-16,3 ˚ тепла, що на 1,0-1,7˚ нижче від норми. В червні одночасно з підвищенням температур в умовах високої вологості повітря створилися сприятливі умови для розвитку та поширення грибкових захворювань. Підвищення максимальних температур вище +30˚ при достатньому волого забезпеченні не пригнічувало росту та розвитку коренеплодів, крім тих районів, де спостерігався дефіцит опадів. В окремих районах області 06.06, 07.06, 09.06 та 10.06 зареєстровано зливи та град. Протягом першої декади липня спостерігалася помірно тепла з нерівномірним розподілом опадів погода, місцями шуміли грози. Середньодобова температура повітря не перевищували позначку +25˚ тепла. Суху та жарку погоду протягом другої декади липня на території Вінницької області обумовив потужний антициклон.

Середньодобова температура повітря протягом 5-6 днів перевищувала позначку +25˚ тепла. В останні дні декади вплив атмосферного фронту з заходу обумовив зниження температури і опади різної інтенсивності та кількості, шуміли грози. Протягом третьої декади липня відмічалися коливання температурного режиму. На початку та вкінці декади випадали опади різної

інтенсивності та кількості, шуміли грози, в окремих районах спостерігався град.

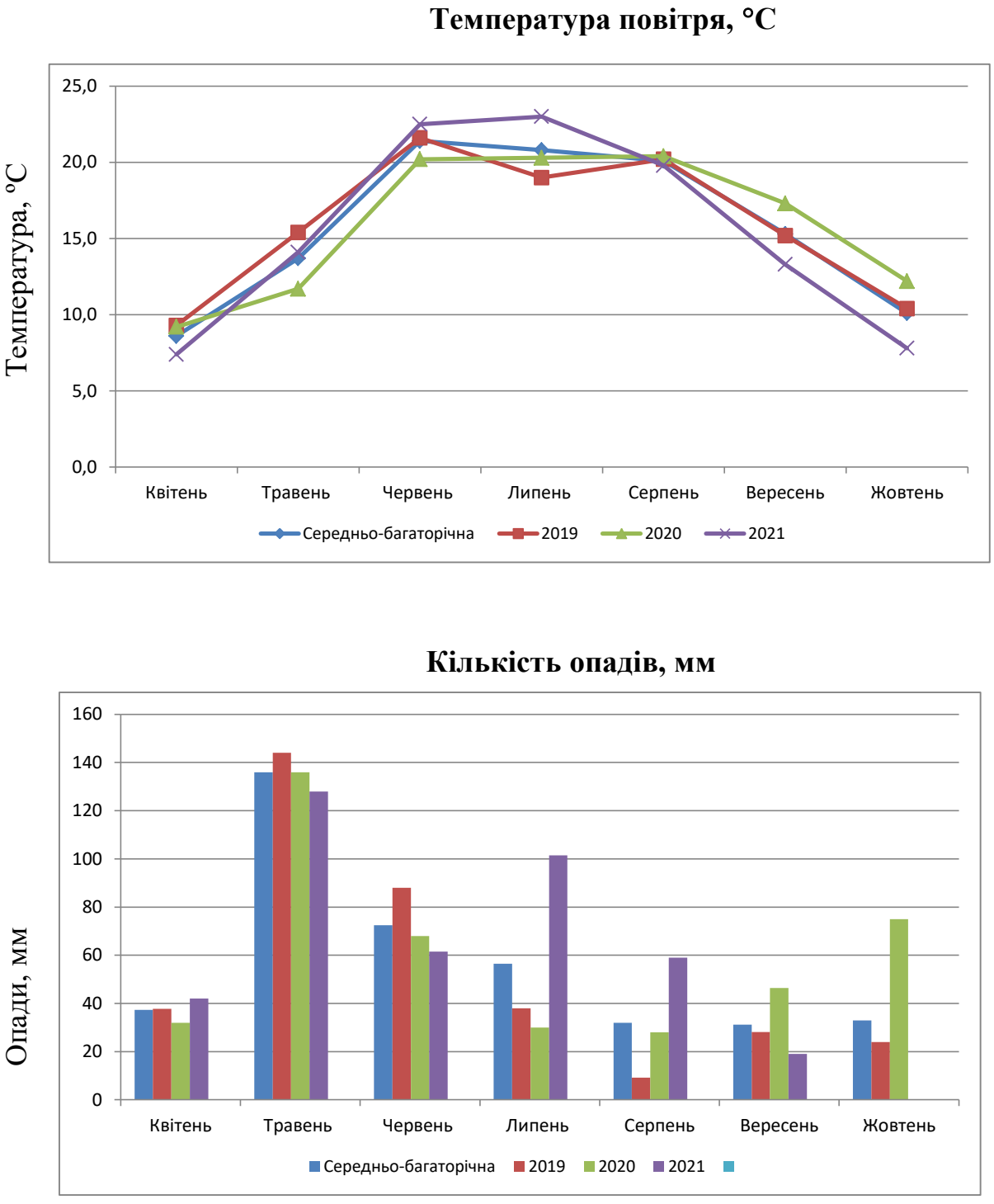


Рисунок 2.1. **Характеристика метеорологічних умов за роки досліджень**

Серпень характеризувався коливанням температури від жарких до помірно теплих днів з нерівномірним розподілом опадів, шуміли грози, місцями випадав град. Атмосферний фронт, що пройшов на території області 18-20 серпня,

обумовив зниження середньодобових температур повітря до 16-19˚, що на 1-3˚ нижче від норми. Агрометеорологічні умови протягом декади в цілому були задовільними для вегетації пізніх культур. У рослин кукурудзи продовжувалося достигання зерна – воскова стиглість. Качани переважно великі. Оцінка стану посівів гарна. У буряків та моркви відмічено пожовтіння нижніх листків.

У вересні із переміщенням атмосферних фронтів переважала прохолодна погода. У найпрохолодніші ночі 5-6 вересня на території області мінімальна температура повітря знижувалася до позначки 3-5˚ тепла, температура на висоті 2 см від поверхні ґрунту в окремих районах області досягала нуля градусів. З 27 вересня на території області переважав антициклонний характер погоди із підвищенням температурного режиму та ранковими туманами. В жовтні середня добова температура утримувалася на рівні літніх значень 7,1-8,6˚С тепла. На території області погода була сухою з нічними заморозками та вітряною. 24-26 жовтня на території області, крім південних районів області, температурний режим знизився нижче +5˚С.

Отже, агрометеорологічні умови 2019 та 2021 років були в цілому задовільні для вегетації усіх сільськогосподарських культур, в тому числі кукурудзи, моркви та буряків столових. У 2020 році спостерігалося значне підвищення значення температурних показників та нерівномірний характер опадів протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських та овочевих культур, що в кінцевому результаті негативно вплинуло на продуктивність даних культур.

2.2. Програма та методика проведення досліджень

ТОВ «Органік – Д» одна з перших компаній України, де втілюються аграрні та технологічні рішення у галузі культивації коренеплодів та інших культур на біоорганічному добриві. Площа господарства 340 га, із яких 60 га зрошувальні землі. На базі господарства діє біогазова станція потужністю 300 кіловат енергії, органічні рештки у вигляді свинячого гною для біостанції надає господарство партнер ТОВ «Субекон», на якому утримується близько 12 тис. голів свиней (рисунок 2.2).

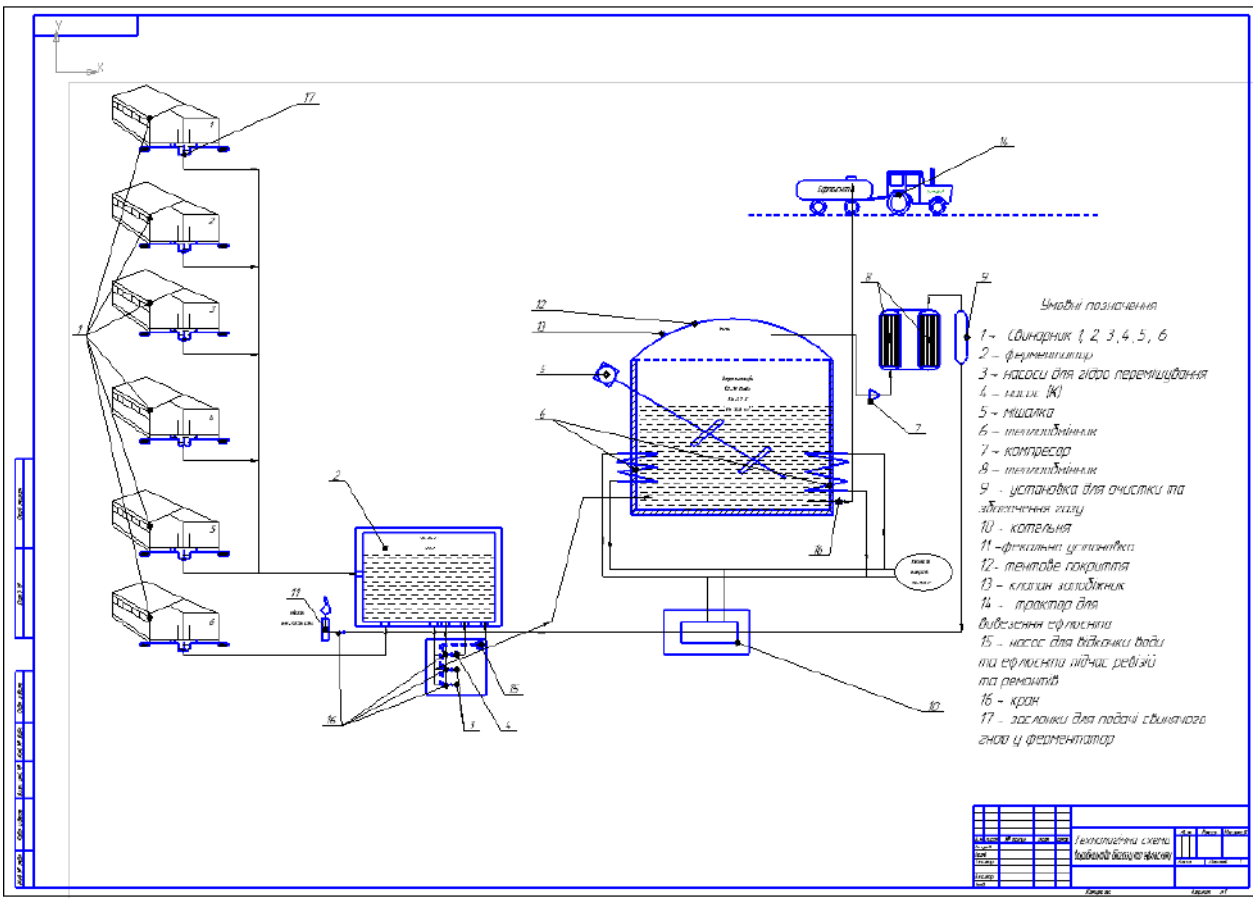


Рисунок 2.2. **Технологічна лінія виробництва біогазу та біоорганічного добрива «Ефлюент»**

На свинокомплексі використовується безпідстилковий спосіб утримання тварин. Рідкий свинячий гній отримується за рахунок інтенсивних технологій утримання тварин, де використовують щілинні підлоги та самопливну каналізаційну систему замість солом'яної підстилки. Потім цей гній пропускається через біогазову установку для отримання біогазу, а рештки, що залишилися, пройшовши детоксикацію, використовуються, як біоорганічне добриво «Ефлюент» (див. рис. 2.2).

Анаеробне зброджения гною проводиться протягом 14 днів. Отримане біоорганічне добриво «Ефлюент» сертифіковане (ТУ У 20.1-38731462-001:2018) та запатентоване в Україні (див. додаток Б).

Мікробіологічний склад [103] безпідстилкового свинячого гною, що використовується для отримання біоорганічного добрива «Ефлюент» наведений у таблиці 2.1.

Проходження свинячого гною через біогазову установку забезпечує

зменшення кількості патогенних мікроорганізмів та збільшує кількість сапрофітних організмів, що істотно покращує мікробіологічний склад отримуваного біоорганічного добрива «Ефлюент».

Таблиця 2.1

Кількісний склад мікроорганізмів у зразках рідкого свинячого гною

(від 25.02.2019 р.)

№ з/п	Вид свинячого гною	Всього, тис/г	у т. ч.				Гриби-антагоністи		Токсиноутворювальні види грибів	
			патогенні види		сапротрофні види					
			тис/г	%	тис/г	%	тис/г	%	тис/г	%
1	Перебродженний	193,8	12,6	6,4	181,2	93,6	6,2	3,2	31,2	16,1
2	Неперебродженний	118,8	79,2	66,7	39,6	33,3	11,3	9,5	101,8	85,7

Аналізуючи видовий складу патогенних грибів перебродженого та неперебродженого гною (табл. 2.2), необхідно відмітити, що у перебродженому гної кількість патогенних грибів із роду *Fusarium* зменшилася до 3,2%, тоді як у неперебродженого гною вона становила 9,5%. Крім того, у перебродженому гної взагалі відсутні гриби із роду *Aspergillus*, тоді як у неперебродженому гної їх кількість становить 57,2%.

Таблиця 2.2

Родове співвідношення патогенної мікофлори у зразках свинячого гною,

(від 25.02.2019 р.)

№ з/п	Варіант	Всього патогенних грибів		у тому числі із родів, %		
		тис/г	%	*Fusarium*	*Alternaria*	*Aspergillus*
1	Перебродженний	12,6	6,4	3,2	3,2	0
2	Неперебродженний	79,2	66,7	9,5	0	57,2

Аналізуючи видовий склад сапротрофних грибів (табл. 2.3), необхідно

відмітити види із роду *Penicillium* (*P. janczewskii* Zaleski, *P. raciborskii* Zaleski, *P. simplicissimum* (Oudem.) Thom, *P. chryzogenum* Thom) та із роду *Acremonium (A. Kiliense* Grutz).

Таблиця 2.3

Видове співвідношення сапротрофної мікрофлори свинячого гною (від 25.02.2019 р.)

№ з/п	Варіант	Всього сапротрофних грибів		у тому числі із родів, %	
		тис/г ґрунту	%	*Penicillium*	*Acremonium*
1	Перебродженний	181,2	93,6	87,1	6,5
2	Неперебродженний	39,6	33,3	33,3	0

Кількість сапрофітних грибів у неперебродженому гної становить із роду *Penicillium* – 33,3%, із роду *Acremonium* взагалі не виявлено, тоді як у перебродженому вигляді їх кількість зростає і складає – *Penicillium* – 87,1% та *Acremonium* – 6,5%.

Отже, проходження свинячого гною через біогазову установку забезпечує зменшення кількості патогенних мікроорганізмів та збільшує кількість сапрофітних організмів, що істотно покращує мікробіологічний склад отримуваного біоорганічного добрива «Ефлюент».

Окрім мікробіологічного складу, для отриманого добрива важливе значення має агрохімічний склад (табл. 2.4).

Біоорганічне добриво «Ефлюент» характеризується лужною реакцією ($pH_{сольове}$ 8,5), високою кількістю вологи, яка у масовій частці становить 98,4%, значним вмістом нітратного азоту (18,2 мг/кг), міді (4,6 мг/кг), цинку (32 мг/кг), марганцю (20 мг/кг) та заліза (120 мг/кг). Якщо перевести вміст елементів живлення по діючій речовині на 1 тону біоорганічного добрива «Ефлюент» то у ньому міститься – 2,9 кг азоту, 0,9 кг фосфору, 3,2 кг калію, 3,5 кг кальцію та 0,42 кг магнію. Тому використання даного добрива дозволить забезпечити рослини як

макро-, так і мікроелементами.

Таблиця 2.4

Результати агрохімічного аналізу біоорганічного добрива «Ефлюент», (за 2019-2020 рр.)

№ з/п	Найменування показників, одиниці вимірювання	Результати випробувань
1.	pH сольове	8,2-8,5
2.	Масова частка вологи, %	97,5-98,4
3.	Суха речовина, %	1,6-2,5
4.	Вміст золи в натурі / в абсолютно сухій речовині, %	0,60/34,5-37,3
5.	Вміст органічної речовини в натурі / в абсолютно сухій речовині, %	1,00/62,7
Макроелементи		
6.	Нітратний азот, мг/кг	18,2 (0,06%)
7.	Амонійний азот, кг/т	2,3-3,0
8.	Загальний азот, кг/т	2,9-4,1
9.	Фосфор в перерахунку на P_2O_5, кг/т	0,9-1,3
10.	Калій в перерахунку на K_2O, кг/т	1,8-3,2
11.	Сірка в перерахунку на SO_3, кг/т	0,54
11.	Магній в перерахунку на MgO, кг/т	0,42-0,52
12.	Кальцій в перерахунку на CaO, кг/т	1,1-3,5
Мікроелементи		
13.	Мідь, мг/кг	4,6-19,0
14.	Цинк, мг/кг	32,0-43,0
15.	Марганець, мг/кг	14,9-20,0
16.	Залізо, мг/кг	45,1-120,0
17.	Молібден, мг/кг	0,23

Потребу в елементах живлення, забезпеченості ґрунту макро- і мікроелементами, дослідження агрохімічного мікробіологічного складу біоорганічного добрива проводили в акредитованих і сертифікованих лабораторіях. Для корегування забезпеченості рослин елементами живлення в період вегетації використовували функціональний метод листкової діагностики за допомогою портативної лабораторії «Агровектор» – ПФ-014.

Досліджувані гібриди кукурудзи, моркви та буряків столових за даними оригінаторів та фірм-виробників мали наступні особливості:

Гібрид буряка столового Кестрел F_1, японської селекції компанії Sakata Seed,

середньостиглої групи стиглості, призначений для регіонів з нестабільними кліматичними умовами, а також для різних періодів вирощування – гібрид не знижує врожайності ні в холодних, ні в спекотних умовах, ні в посуху. Тривалість вегетаційного періоду 115-120 днів.

Формує коренеплоди округлої, гладенької форми, темно-червоного кольору, масою 100-250 і навіть 350 г залежно від густоти, округлої форми із тонким хвостиком, вмістом цукру – 9-12%. Коренеплоди ідеально підходять для тривалого зберігання без втрати смаку і товарного вигляду. М'якоть практично не має кілець. Характеризується високою стійкістю до церкоспорозу, має середню стійкість до справжньої і несправжньої борошнистої роси, ризоктоніозу.

Рекомендована густота посіву 450-550 тис. шт../га, для врожаю дрібних коренеплодів – 600-800 тис. шт./га.

Гібрид моркви Болівар F_1, типу Шантоне французької селекції компанії Clause, відноситься до середньопізньої групи стиглої із тривалістю вегетації 110-115 днів. Урожайність 130 т/га. Забарвлення коренеплоду оранжеве, конічної форми без вічок, довжина коренеплоду становить 16-17 см, діаметр 4-5 сантиметрів, нижньої частини 2,5-3,0 см. Призначений для вживання у свіжому вигляді, промислової переробки, тривалого зберігання. Формує якісні коренеплоди, конічної форми із округленим кінчиком, рівної та гладенької поверхні.

У розрізі красива структура оранжевого кольору, досить щільна, серцевина маленька. Має відмінний солодкий присмак, хрустка, потужне бадилля, висока стресостійкість, не розтріскується. Добре транспортується, із високими товарними якостями.

Може вирощуватися на різних типах ґрунтів, із густотою 1,0 млн. шт./га.

Гібрид кукурудзи Кампоні КС (ФАО 340) середньостиглої групи зубовидного підвиду, оригінатором якого є компанія Caussade Semences. Зареєстрований із 2017 року. Рекомендований для вирощування у зоні Лісостепу та Степу. Зернового та силосного напрямку використання. Придатний до вирощування за технологією No-till. Характеризується придатністю до раннього

строку сівби, ремонтантністю (stay-green – 7 балів), має високий початковий ріст, високу врожайність і швидку вологовіддачу наприкінці вегетації, стійкий до вилягання, стресових умов вирощування, фузаріозу, гельмінтоспоріозу та пухирчастої сажки.

Висота рослин даного гібриду становить 325 см, висота кріплення качанів 130 см. Маса 1000 зерен даного гібриду становить 304 г, кількість рядів зерен 14 шт., кількість зерен в одному ряду 38 шт.

Рекомендована густота на час збирання у посушливій зоні 50-55 тис шт./га, зоні достатнього зволоження 80-85 тис шт./га.

Посівна площа ділянки – 500 м^2 (у довжину 50 і ширину 10 м), облікова для кукурудзи, моркви та буряків столових – 50 м^2 (10х5 м), повторність – трьохкратна. Розміщення ділянок систематичне [221].

Агрохімічний склад свинячого гною визначали у лабораторії Prime Lab Tech, що має міжнародну сертифікацію згідно з ISO 22000, відповідно до існуючих ДСТУ та методичних вказівок. Мікробіологічний аналіз біоорганічного добрива проводили в біолабораторії ТОВ «Інститут прикладної біотехнології».

Заповнювалися ємності рідким органічним добривом, на машинах для поверхневого внесення задавалися дози внесення. Для визначення швидкості руху агрегату в кабіну трактора встановлювався GPS навігатор, з функцією запису середньої, максимальної і мінімальної швидкості.

При закладанні досліду, проведенні спостережень, обліку й аналізу використовували загальновизнані методики [222-227].

З метою вивчення впливу системи удобрення із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» (табл. 2.5) на ріст і розвиток рослин кукурудзи, моркви та буряків столових було проведено польові дослідження.

У досліді вивчали вплив систем удобрення на родючість, біологічну активність ґрунту, ріст і розвиток кукурудзи, моркви та буряків столових, врожай та якість продукції та їх економічну і енергетичну ефективність. У межах порівнюваних норм внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» і різних системах удобрення були виділені такі відмінні за нормою внесення: 25, 35, 45 та 55 т / га, та для порівняння

ефективності окремий варіант включав внесення мінерального добрива нітроамофоски нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$. Перед початком внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» поле розбивалося на ділянки для поверхневого внесення згідно з схемою дослідження. Вибір розмірів ділянок обґрунтований шириною захвату робочого органу агрегата для поверхневого способу внесення 4,2 м.

Таблиця 2.5

Вивчення впливу системи удобрення на продуктивність та комплекс господарськоцінних ознак кукурудзи, моркви та буряків столових (2019-2021 рр.).

Фактор А. Роки досліджень	Фактор Б. Система удобрення
Кукурудза гібрид Кампоні КС (ФАО 340)	Контроль (без добрив та без поливу)
Морква гібрид Болівар F_1	Внесення у передпосівну культивацію (дигестату) біоорганічного добрива «Ефлюент» 25 т/га
Буряки столові гібрид Кестрел F_1	Внесення у передпосівну культивацію (дигестату) біоорганічного добрива «Ефлюент» 35 т/га
2019	Внесення у передпосівну культивацію (дигестату) біоорганічного добрива «Ефлюент» 45 т/га
2020	Внесення у передпосівну культивацію (дигестату) біоорганічного добрива «Ефлюент» 55 т/га
2021	Внесення у передпосівну культивацію (дигестату) біоорганічного добрива «Ефлюент» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$
	$N_{90}P_{90}K_{90}$

Перед внесенням відбиралися зразки біоорганічного добрива «Ефлюент» об’ємом 5 літрів для проведення агрохімічного та мікробіологічного аналізу.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили на варіантах досліду за методиками Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка., В.Ф. Мойсейченка [221] та В. Ф. Мойсейченко, М. Ф. Тріфонова, А. Х. Заверюхи, В. А. Єщенко [228].

Визначення площі листкової поверхні для кукурудзи та буряків столових проводили за лінійним методом, тобто встановлювали кількість листків на одну рослину, одержували дані з площі листя в $см^2$ на одну рослину й відповідно

перераховували в тис. м^2 на 1 га посівної площі з подальшим розрахунком за формулою (2.1) [28, 229-234]:

$$S=0,75\times a\times b \qquad (2.1)$$

де, S – загальна площа листків проби, см^2;

0,75 – перерахунковий коефіцієнт;

a – довжина листка, см;

b – ширина листка у найширшому місці, см.

Площу листкової поверхні моркви визначали методом «висічок» за формулою Ничипоровича та ін. [229]:

$$S = \frac{a * c}{b}, \text{ м}^2 \qquad (2.2)$$

де, *S* – загальна площа листків проби, м^2;

a – загальна маса сирих листків, г;

b – маса сирих висічок, г;

c – площа висічок, м^2.

Враховували площу тільки у фізіологічно повноцінних листків. Кількість відібраних рослин – 10, у триразовому повторенні.

Фотосинтетичний потенціал є узагальнюючим показником, що визначає досліджувані чинники на динаміку ростових процесів гібридів кукурудзи, моркви та буряків столових. Визначення цього показника дозволяє одержати дані, що характеризують залежність між фотосинтезом і рівнем урожайності. Для розрахунку фотосинтетичного потенціалу визначалося наростання площі листя за окремими періодами визначень з використанням формули (2.3) [232, 234].

$$ФП = \frac{(Л_1 + Л_2) \times n_1 + (Л_2 + Л_3) \times n_2 + \ldots (Л_{п-1} + Л_п) \times n_п}{2} \qquad (2.3)$$

де ФП – фотосинтетичний потенціал, м^2/га × днів;

$Л_1$, $Л_2$, $Л_3$ ... $Л_п$ – площа листків на 1 га посіву у відповідні строки визначення, м^2/га;

n_1, n_2 ... $n_п$ – кількість днів між двома відповідними визначеннями.

При оцінці стійкості рослин проти пошкодження кукурудзяним метеликом у

фазі повної стиглості зерна визначали відсоток пошкоджених рослин (за наявністю червоточин у стеблі та ніжці качана). Ступінь пошкодження визначали у відсотках, за методикою В.В. Волкодава [235].

Визначення лінійних промірів рослин: загальну висоту, прикріплення качана у кукурудзи, а також структурний аналіз урожаю (по 10 качанах у кожному повторенні), проводили за загальноприйнятими методиками для кукурудзи [224, 225, 236, 237].

Фізіологічну стиглість зерна визначали на основі появи "чорного шару" в основі зернівки за методикою M. Cristea, D. Funduianu, S. Reichbuch [238], у відповідності з якою видаляли по чотири зернини із середньої зони качана з чотирьох найбільш типових качанів, при наявності "чорного шару" у трьох зернівках на трьох качанах.

Облік урожаю кукурудзи з облікової площі проводили згідно з методикою державного сортовипробування с.-г. культур (зернові, круп'яні та зернобобові) В.В. Волкодава [235] та за методикою Є.М. Лебедя, В.С. Цикова, Ю.М. Пащенка [та ін.] [225], розробленою для кукурудзи.

Біологічну урожайність кукурудзи визначали за формулою (2.4) [239]:

$$Уб=М×Ч:1000000 \text{ (т/га)}, \quad (2.4)$$

де: М – маса зерна з 1 продуктивного качана;

Ч – число продуктивних качанів з 1 га, шт.

Фізико-механічні показники зерна, такі як вологість, лінійні розміри, маса 1000 зерен, питома маса зернівки визначали за загальноприйнятими методиками [240-242]. Суму лінійних розмірів зернівки визначали розрахунковим методом.

Визначення в овочевій продукції вмісту сухої речовини, азоту, фосфору, калію та вуглецю проводили за методикою О.В. Єщенка (2005) [224] та згідно з стандартом ДСТУ ISO 6497:2005 [243].

Економічну ефективність розраховували з використанням технологічних карт вирощування культур та врахуванням усіх статей витрат: вартість насіння, добрив, паливно-мастильних матеріалів, отрутохімікатів, врожаю та інших, які приймали за розцінками 2021 року. Економічну ефективність застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» на основі анаеробного зброджування свинячого гною при

вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових і обробку цифрового матеріалу проведено згідно з рекомендаціями [185, 187, 244, 245].

Еколого-економічну та енергетичну ефективність використання добрив розраховували за загальноприйнятими методиками [244-246].

Дослідні дані оброблялися дисперсійним, кореляційним і регресійним методами аналізу за А.А. Жученком [247] та Б.А. Доспеховим [248] на персональному комп'ютері із використанням спеціальних прикладних програм для Windows: Excel, Statistica.

Кластерний аналіз виконувався за методом визначення Евклідових відстаней. *Евклідова відстань* є геометричною відстанню в багатомірному просторі й обчислюється в такий спосіб: відстань $(x, y) = \{S_i (x_i - y_i)^2\}^{1/2}$.

2.3. Показники агрохімічного аналізу ґрунту при застосуванні біоорганічного добрива «Ефлюент»

Внесення органічних добрив позитивно впливає на показники родючості ґрунтів та вміст органічної речовини [10, 13, 14]. Вплив біоорганічного добрива «Ефлюент» на агрохімічні показники ґрунту дослідної ділянки наведено в таблиці 2.6.

Із даних таблиці 2.6 видно, що внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га позитивно впливає на показники агрохімічного складу ґрунту, зокрема показник pH (обмінна та гідролітична) ґрунту за рахунок високого вмісту кальцію у добриві суттєво знизився, але на короткий період часу, вміст основних мікро- та макроелементів поліпшився.

Отже, агрохімічна роль біоорганічного добрива «Ефлюент» полягає в тому, що вдається отримати високоякісну і екологічно чисту овочеву та сільськогосподарську продукцію за одночасного збереження та відтворення родючості ґрунту, і, як наслідок, покращення здоров'я людей через споживання екологічно чистої сільськогосподарської продукції при використанні біоорганічних добрив.

Таблиця 2.6

Вплив органічного добрива «Ефлюент» на агрохімічний склад та кислотність ґрунту в умовах ТОВ «Органік – Д», (за 2019-2021 рр.)

Дата відбору зразків грунту	Назва зразка	pH обмінна	pH гідролітична ммоль / 100г	Масова частка вуглецю, %	N (NH_4) мг/кг	N (NO_3) мг/кг	N (NH_4+NO_3) мг/кг	P_2O_5 мг/кг	K_2O мг/кг	S, мг/кг	Ca, мг/кг	Cu, мг/ кг	Zn, мг/ кг	Mg, мг/кг	Mn, мг/кг
14.06.2019	До внесення	4,68	2,55	1,03	14,13	1,37	15,5	75,77	103,33	2,4					
28.11.2019	Перше визначення	5,70	1,37	0,70	9,60	94,5	104,1	139,10	207,40	18,2	925	0,29	3,98	60,8	27,82
26.03.2020	Друге визначення	5,40	2,16	1,50	41,20	47,5	88,7	100,70	230,40	9,0	1550	0,13	1,32	141,8	7,16
Різниця між попереднім та поточним визначеннями		0,72	-0,39	0,47	27,07	46,13	73,2	24,93	127,07	6,6	625	-0,16	-2,66	81,0	-20,66

2.4. Агротехнологічні умови проведення досліджень

Агротехніка вирощування буряка столового гібриду Кестрел F_1, гібриду моркви Болівар F_1 та гібриду кукурудзи Кампоні КС (ФАО 340) – загальноприйнята для центральної частини Лісостепу України.

Попередником у досліді була морква. Після збирання попередника обробіток ґрунту складався із оранки плугом ПЛН-3-35 в агрегаті із трактором МТЗ-82.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовували комбінований агрегат типу «Європак». Потім для овочевих культур нарізали гряди грядоутворювачем Forigo (150х35 см).

У досліді висівали гібрид кукурудзи Кампоні КС (ФАО 340), моркви Болівар F_1 та буряка столового Кестрел F_1 в одновидових посівах.

Сівбу кукурудзи проводили сівалкою John Deere 1770, із нормою висіву 65 тис. шт. насінин на гектар, моркви Agricola Italiana SNT, норма висіву моркви

1,0 млн. шт./га, буряків столових – 600 тис. шт./га (однорostковість 1,6). Сівбу проводили в третій декаді квітня.

Догляд за рослинами проводили відповідно до вимог росту й розвитку кукурудзи, моркви та буряків столових.

На посівах моркви застосовували ґрунтовий гербіцид Стомп 330 (д. р. пендиметалін 330 г/л), вносили до появи сходів нормою 3 л/га та селективний біогербіцид БіоГард у фазу двох справжніх листків нормою 0,5 л/га, через три тижні 0,7 л/га та у фазі олівця гербіцид Містраль (д. р. метрибузин 700 г/кг) нормою 0,3 л/га. Гербіцид Тарга Супер (д. р. хізалофоп-п-етил 50 г/л) вносили проти злакових бур'янів нормою 3,0 л/га за висоту бур'янів 10-15 см. Фунгіцидний захист проти альтернаріозу, білої гнилі, борошнистої роси, фомозу включав Луна Експіріенс (д. р. флуопірам - 200 г/л, тебуконазол - 200 г/л) у нормі 0,7 л/га та через 20 днів Натіво (д. р. трифлоксистробін – 250 г/кг, тебуконазол – 500 г/кг) у нормі 0,35 л/га. Проти шкідників вносили інсектицид Децис профі (д. р. дельтаметрин 250 г/кг) у нормі 0,05 кг/га.

Буряки столові – ґрунтовий гербіцид Дуал Голд (д. р. S–метолахлор 960 г/л) нормою 1,4 л/га обприскування ґрунту до появи сходів основної культури, післясходовий гербіцид Норвел (д. р. хізалофоп-п-етил 50 г/л) нормою 1,0 л/га + Бетанал Експерт (д. р. фенмедифам 91 г/л + десмедифам 71 г/л + етофумезат 112 г/л) у нормі 1,0 л/га + Карібу (д. р. трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) у нормі 0,03 кг/га у фазу двох справжніх листків культури та ще два обробітки через кожних три тижні. Протизлаковий гербіцид (грамініцид) Центуріон (д. р. клетодим 240 г/л) нормою 0,4 л/га + ПАР Аміго Стар – 0,8 л/га. Проти шкідників вносили інсектицид Децис профі (д. р. дельтаметрин 250 г/кг) у нормі 0,05 кг/га. Фунгіцидний захист проти хвороб включав Луна Експіріенс (д. р. флуопірам – 200 г/л, тебуконазол - 200 г/л) у нормі 0,7 л/га, Фолькон (д. р. тебуконазол, 167 г/л + тріадименол, 43 г/л + спіроксамін, 250 г/л) нормою 0,6 л/га.

На посівах кукурудзи вносили ґрунтовий гербіцид Харнес (д. р. ацетохлор 900 г/л) нормою 3 л/га та у фазі 5 справжніх листків кукурудзи застосовувався післясходовий гербіцид системної дії Альва-Нуфурон (д. р. нікосульфурон

750 г/л) + ПАР Бустер для боротьби із однорічними і багаторічними злаковими бур'янами у нормі 1,0 л/га.

При збиранні овочевої продукції обліковували вагу одного коренеплоду і урожайність коренеплодів з кожної дослідної ділянки, визначали біохімічний склад буряка столового та моркви: суху речовину – гравіметричним методом, висушуванням до постійної ваги (ГОСТ 13586.5 –93); суму цукрів – за Бертраном (ГОСТ 8756.13 – 87); вітамін С – за Муррі (ГОСТ 24556-89); вміст нітратів – іонометричним методом з використанням іоноселективних електродів на приладі ЭВ-74 (МУ 5048-89) [253].

Збір урожаю моркви та буряків столових проводили поділяночно, викопуючи коренеплоди вручну. При збиранні продукцію сортували на товарну і нетоварну [221, 254]. Коренеплоди моркви сортували на стандартні та нестандартні, дотримуючись ГОСТ 1721-85. Серед нестандартних вираховували відсоток вироджених, тріснутих і дрібних у тоннах на гектар і відсотках.

Урожай для закладання на зберігання збирали у третій декаді вересня, першій декаді жовтня та сортували згідно з вимогами ДСТУ 7033:2009 «Буряк столовий свіжий. Технічні умови». Під час збору врожаю, крім зважування коренеплодів, вимірювали їх довжину та діаметр, визначали забарвлення коренеплоду.

Збирання врожаю кукурудзи проводили вручну по 10 качанів із кожного повторення, на основі яких проводили структурний аналіз та визначення урожайності, овочевої продукції збиранням окремих варіантів досліду із визначенням елементів структури врожаю та врожайності.

Висновки до розділу 2:

1. Виходячи з характеристики ґрунту дослідного поля ТОВ «Органік - Д», де виконувалися дослідження, можна зробити висновок, що він є характерним для центральної частини Лісостепу правобережного та придатний для отримання високих урожаїв зерна кукурудзи та овочевої продукції моркви та буряків столових за умов науковообґрунтованого підходу до оптимізації живлення рослин макро- та мікроелементами та збереження родючості ґрунтів.

2. У роки проведення досліджень метеорологічні умови повною мірою відображають агроекологічний потенціал та є типовими для зони Лісостепу правобережного України, що дозволяє використовувати одержані експериментальні дані у виробничих умовах.

3. Врахування суми ефективних температур дозволить провести оцінку забезпеченості зони вирощування (господарства) тепловими ресурсами та визначити особливості надходження тепла за період вегетації кукурудзи, моркви та буряків столових, що в кінцевому результаті забезпечить регулювання ростових процесів у рослин даних культур.

4. Польові досліди і лабораторні дослідження виконували згідно з загальноприйнятими методичними рекомендаціями з проведення досліджень із кукурудзою, морквою та буряками столовими. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для досліджуваної зони, крім факторів, що досліджувалися (системи удобрення).

РОЗДІЛ 3
ФЕНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОФІТОЦЕНОЗУ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

Вегетаційний період досить важливий показник формування високої продуктивності як овочевих, так і сільськогосподарських культур. Взагалі термін «вегетація» характеризується періодом активної життєдіяльності рослинного організму. Протягом вегетації відбувається фотосинтетичне або автотрофне живлення.

У науковій сільськогосподарській літературі та практиці використовується два поняття – «вегетаційний період» і «період вегетації». Дані поняття часто плутають, коли справа стосується рекомендацій з агротехніки. *Період вегетації* – частина календарного року, коли відбувається (відповідно з місцевими кліматичними умовами) ріст і розвиток рослин. Це поняття прийшло в агротехніку з метеорології. В умовах помірного клімату вегетаційний період приблизно відповідає проміжку часу від останніх весняних морозів до перших осінніх заморозків (безморозний період), у тропічному і частково субтропічному кліматі вегетаційний період триває цілий рік [14].

А ось вегетаційний період – це поняття біологічне, що вказує на час розвитку для конкретного виду або сорту рослин і охоплює період від початку сходів до збирання врожаю. Різні садові культури різняться відповідно до тривалості різних етапів цього періоду і називаються ранніми або пізніми, а також середньостиглими. Період вегетації рослин буде різним у північних та південних областях. Це потрібно враховувати перед вибором і адаптацією сорту для посадки. У південних областях можна вирощувати рослини практично всіх термінів дозрівання. А в північних вони, якщо і зростають, то визрівають не щороку [13, 14].

Залежність тривалості вегетаційного періоду від умов довкілля, особливо від температури і світла, досить складна: кукурудза 90-180 діб, морква 90-160, буряки столові 90-140 діб. Вегетаційний період визначається загальною кількістю тепла,

отриманого рослиною протягом періоду її розвитку.

З біологічної точки зору, вегетація кукурудзи, моркви та буряків стволових розпочинається із появи перших справжніх листків. Із господарського погляду вегетація рослини триває «від насіння до насіння», тобто протягом проростання насіння і до формування насіння нової рослини.

Протягом вегетації, проходження фенологічних фаз росту та розвитку відбувається реалізація генетичної інформації рослини, змінюються її внутрішній стан, а також фенотипічний вигляд, у рослини формуються нові органи, змінюються розміри даних органів, вологість, забарвлення, консистенція та ін. [257].

Тривалість вегетаційного періоду рослин, а також окремих етапів органогенезу сільськогосподарських культур – важливі чинники, що обумовлюють повноту реалізації потенціалу продуктивності конкретного сорту чи гібриду. Подовження або скорочення даних періодів, відповідно, збільшує або зменшує термін використання рослинами фотосинтетично активної радіації, доступних елементів живлення, вологи.

Розуміння процесів формування вегетативних та генеративних органів рослин кукурудзи, моркви та буряків столових, послідовності проходження якісних змін у рослинному організмі та ростових процесів дозволить управляти продуктивною складовою врожаю культури. Сприяння або мінімальне втручання в рослинний організм протягом проходження етапів органогенезу мінімізує ризики прояву аномальних відхилень та зниження продуктивності агроценозу загалом [13, 214].

На будь-якому етапі органогенезу можливий негативний вплив як біотичного, так і абіотичного факторів, які можуть порушити або сповільнити весь подальший процес формування генеративних органів. Особливо відчутним такий вплив може бути на ранніх стадіях розвитку рослин [214].

Усю сукупність процесів життєдіяльності рослини у взаємодії із факторами навколишнього середовища висвітлюють ріст і розвиток в цілому. Ми можемо погіршити або поліпшити умови життя рослини шляхом застосування тих або інших технологічних заходів. Тому вивчення впливу комплексу факторів на ріст

та розвиток сільськогосподарських культур становить практичний інтерес та теоретичну цінність у процесі вирощування будь-якої культури.

Нами відмічений істотний вплив тривалості вегетаційного періоду та окремих фенологічних фаз на показники лінійних розмірів рослини кукурудзи, моркви та буряків столових, висоту закладання качанів кукурудзи. Але тривалість самого вегетаційного періоду, навіть одного і того самого гібриду, може змінюватися залежно від забезпеченості теплом, вологою та елементами мінерального живлення.

Із даних літературних джерел відомо, що форми кукурудзи, що характеризуються тривалим періодом вегетації та подовженим періодом «цвітіння - повна стиглість зерна» мають підвищену стійкість до ураження стебловими гнилями, порівняно із ранньостиглими формами, та коротким другим періодом розвитку рослин («цвітіння - повна стиглість зерна») [216]. У період, коли налив зерна менший за період «сходи-цвітіння качанів» інтенсивність наливу зерна невисока, що пов’язано із зниженням маси 1000 зерен, але цей недолік компенсується кращою озерненістю качана кукурудзи. Зменшення періоду від сходів до викидання волоті призводить до істотного зниження насіннєвої продуктивності [49, 258].

Вплив внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» на тривалість міжфазних та вегетаційного періодів кукурудзи, моркви та столових буряків наведено в таблиці 3.1-3.3.

Встановлений неістотний вплив на період «сівба-сходи», у досліджуваного гібриду кукурудзи Кампоні КС (табл. 3.1), який відноситься до середньостиглої групи стиглості гібридів (ФАО 340) внесення біоорганічних та мінеральних добрив. Тривалість даного періоду становила 12-13 діб.

Тривалість періоду «сходи-цвітіння качанів» у досліджуваного гібриду кукурудзи в середньому за роки досліджень становив 64-67 діб. На варіанті без добрив даний показник був найнижчим і становив 64 доби, а за результатами внесення добрив він зріс на 1-3 доби.

Тривалість періоду «цвітіння качанів-повна стиглість зерна» у гібриду кукурудзи Кампоні КС на контролі склала 62 доби, а при внесенні добрив зросла на

1-4 доби, порівняно із контролем. Тобто внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив забезпечувало подовження тривалості періоду «цвітіння качанів-повна стиглість», що на кінцевому етапі позитивно відображалося на кількості органічної речовини, яка формується в процесі фотосинтезу.

Таблиця 3.1

Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів у гібриду кукурудзи Кампоні КС залежно від системи удобрення, діб (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Тривалість міжфазних періодів, діб			Тривалість вегетаційного періоду
	сівба-сходи	сходи-цвітіння качанів	цвітіння качанів-повна стиглість	
Контроль (без добрив і без зрошення)	13	64	62	126
Внесення води у нормі 45 т/га	12	65	62	127
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	13	66	63	129
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	13	65	64	129
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	12	66	65	131
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	12	66	65	131
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	13	67	66	133
$N_{90}P_{90}K_{90}$	12	66	65	131
$НІР_{0,05}$	1	2	1	3

Тривалість вегетаційного періоду досліджуваного гібриду кукурудзи істотно залежала від умов вегетації за роками досліджень (рис. 3.1). Необхідно відзначити скорочення тривалості вегетаційного періоду у 2020 році у гібриду кукурудзи Кампоні КС (119 днів) порівняно із 2019 (128 днів) та 2021 рр. (131 день), це пов’язано, перш за все, із високою температурою впродовж липня-серпня та дефіцитом вологи в цей період.

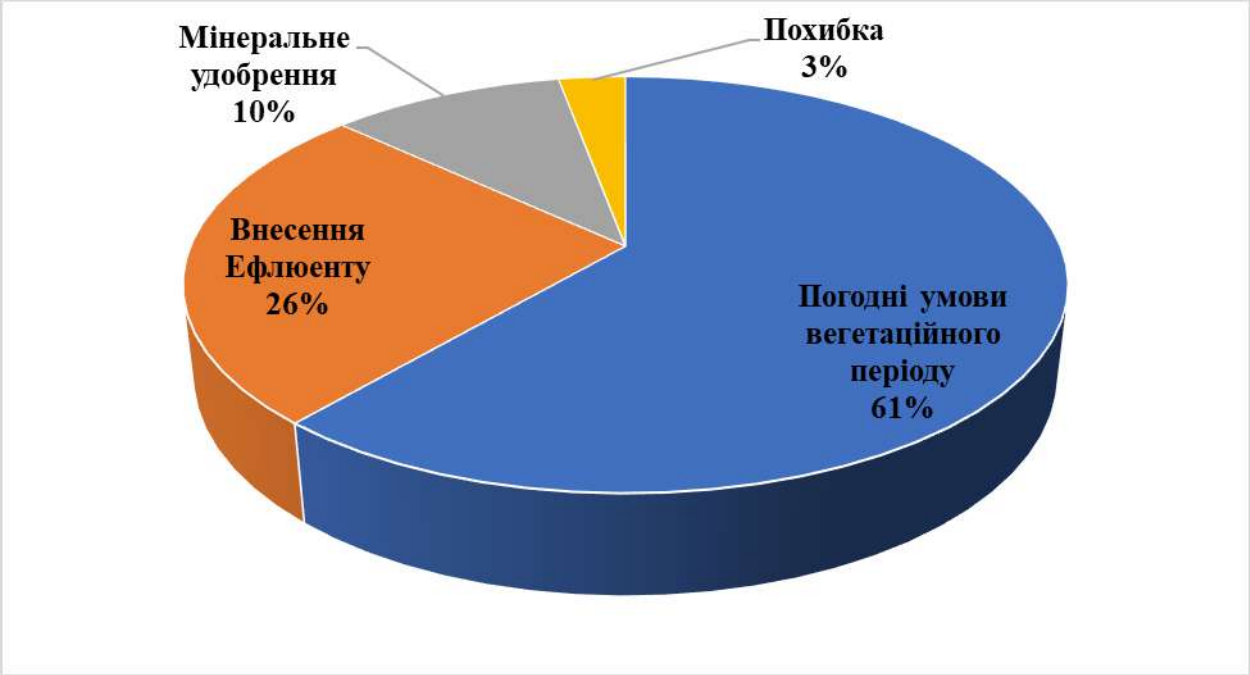


Рисунок 3.1. **Частка впливу основних факторів на тривалість вегетаційного періоду кукурудзи**

У цілому тривалість вегетаційного періоду на контролі (без добрив та внесення води) становила 126 діб, а при внесенні біоорганічного добрива «Ефлюент» зростала на 3-7 діб. Найвище значення тривалості вегетаційного періоду встановлено на варіанті із внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га в поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 133 доби.

Результатами проведених досліджень встановлено, що тривалість міжфазних періодів та вегетаційного періоду в цілому у гібриду буряків столових Кестрел F_1 також істотно залежала як від внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» так і мінеральних добрив (табл. 3.2).

У процесі проведення досліджень відмічали дати появи сходів, появи першого справжнього листка, формування розетки та технічної стиглості буряків столових.

Сходи у гібриду буряків столових Кестрел F_1 з'являлися на 15-16 день після проведення сівби. Сівбу проводили у третій декаді квітня. Тривалість періоду «сходи-перший справжній листок» становила 7-8 днів. Застосування різних систем удобрення не впливало на тривалість періодів «сівба-сходи» та «сходи-

перший справжній листок» у гібриду Кестрел F_1, тобто можна стверджувати, що ці періоди більшою мірою визначаються температурними показниками та рівнем зволоження і меншою мірою макро- та мікроелементами.

Таблиця 3.2

Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів гібриду буряків столових Кестрел F_1 залежно від системи удобрення, діб

(середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Тривалість міжфазних періодів, діб				Тривалість вегетаційного періоду
	сівба-сходи	сходи – перший справжній листок	перший справжній листок – формування розетки	формування розетки – технічна стиглість	
Контроль (без добрив і без зрошення)	16	7	39	68	114
Внесення води у нормі 45 т/га	15	8	40	67	115
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	15	7	40	70	117
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	16	7	41	69	117
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	15	8	41	70	119
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	16	8	42	72	122
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	15	7	43	73	123
$N_{90}P_{90}K_{90}$	15	7	42	72	121
$НІР_{0,05}$	1	1	2	2	3

Система удобрення більшою мірою позначилася на тривалості наступних міжфазних періодів – «перший справжній листок – формування розетки» та «формування розетки – технічна стиглість». Так, тривалість періоду «перший справжній листок – формування розетки» на контролі, в середньому за три роки

досліджень, становила 39 діб, а «формування розетки – технічна стиглість» – 68 діб. Застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» сприяло зростанню тривалості періоду «перший справжній листок – формування розетки» – на 1-4 доби, а періоду «формування розетки – технічна стиглість» – на 1-5 діб, по відношенню до контрольного варіанту.

Тривалість вегетаційного періоду у гібриду буряків Кестрел F_1 на контролі становила 114 діб, а за результатами внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінерального добрива збільшилася на 3-9 діб і максимальною була у варіанті із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 123 доби.

Отже, внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» забезпечує подовження тривалості вегетаційного періоду у гібриду Кестрел F_1 (на 3-9 діб) та окремих періодів вегетації (на 1-5 діб) за рахунок поліпшення забезпеченості рослин елементами живлення, що в кінцевому результаті відображається на подовженні тривалості фотосинтетичної активності, кількості органічної речовини та продуктивності рослин.

Визначення часток впливу основних факторів на тривалість вегетаційного періоду буряка столового показало значний (49 %), але все ж менший вплив фактору в порівнянні з кукурудзою (рис. 3.2). Це пояснюється тим, що рослини не потрапили в критичні фенофази під дію екстремальних погодніх умов.

Також зріс вплив внесення добрива «Ефлюент» – 39 %, а ефективність застосування мінерального удобрення залишилася на аналогічному до попередньої культури рівні.

Проведеними дослідженнями встановлений вплив системи удобрення і на ростові процеси, і на тривалість вегетаційного періоду в гібриду моркви Болівар F_1 (табл. 3.3).

Відповідно до результатів дослідження сходи моркви гібриду Болівар F_1 з’явилися на 14-15 день після посіву, а перший справжній листок на 12-13 день після масових сходів. Дані періоди не залежали від застосування добрив, а більшою мірою визначалися абіотичними чинниками навколишнього середовища.

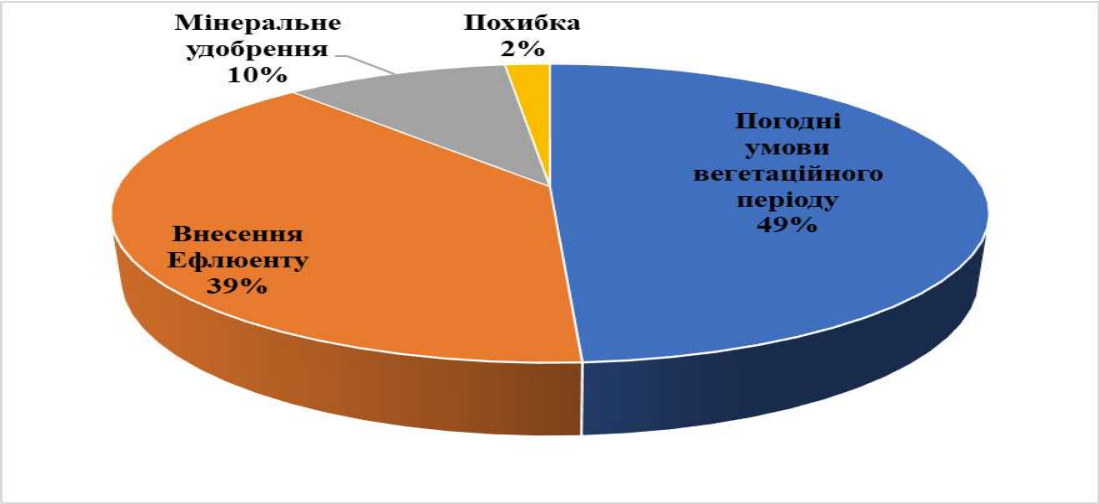


Рисунок 3.2. **Частка впливу основних факторів на тривалість вегетаційного періоду буряка столового**

За всіх варіантів удобрення найкоротшим був період від масових сходів до появи першого справжнього листка. Тривалість періоду «масові сходи – формування розетки» на контролі (без добрив та внесення води) становив 35 діб, а за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінерального добрива збільшився на 2-4 доби. Найбільше значення даного періоду відмічено на варіанті, де вносили 55 т/га «Ефлюенту» у поєднанні із $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 39 діб.

Тривалість періоду «формування розетки – технічна стиглість» у гібриду моркви Болівар F_1 знаходилась у межах 61-69 діб. Застосування добрив сприяло зростанню тривалості даного періоду на 4-8 діб, а відповідно і подовженню тривалості активної фотосинтетичної діяльності, порівняно із контролем.

Вегетаційний період на контролі (без добрив та внесення води) у гібриду моркви Болівар F_1 тривав 108 діб, тоді як внесення добрив забезпечило подовження тривалості вегетаційного періоду на 6-13 діб, порівняно із контролем. Таким чином, найбільш тривалим у середньому за три роки досліджень 121 доба був вегетаційний період на варіантах, де вносили біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$).

Отже, застосування органічних та мінеральних добрив на посівах моркви сприяє покращенню живлення рослин та відповідно подовженню на 6-13 днів тривалості вегетаційного періоду, порівняно із контрольним варіантом (рис. 3.3).

Таблиця 3.3

Тривалість міжфазних та вегетаційного періодів гібриду моркви Болівар F_1 залежно від системи удобрення, діб (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Тривалість міжфазних періодів, діб				Тривалість вегетаційного періоду
	сівба-масові сходи	масові сходи – перший листок	масові сходи – формування розетки	формування розетки – технічна стиглість	
Контроль (без добрив і без зрошення)	15	12	35	61	108
Внесення води у нормі 45 т/га	15	13	36	62	111
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	14	12	37	65	114
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	15	13	37	66	116
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	15	12	38	67	117
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	14	13	39	68	120
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	15	13	39	69	121
$N_{90}P_{90}K_{90}$	15	13	38	68	119
$НІР_{0,05}$	1	1	2	2	3

За результатами аналізу впливу норми внесення органічного добрива «Ефлюент» на тривалість вегетаційного періоду кукурудзи, буряка столового та моркви визначено коефіцієнти кореляції та рівняння регресії (рис. 3.4).

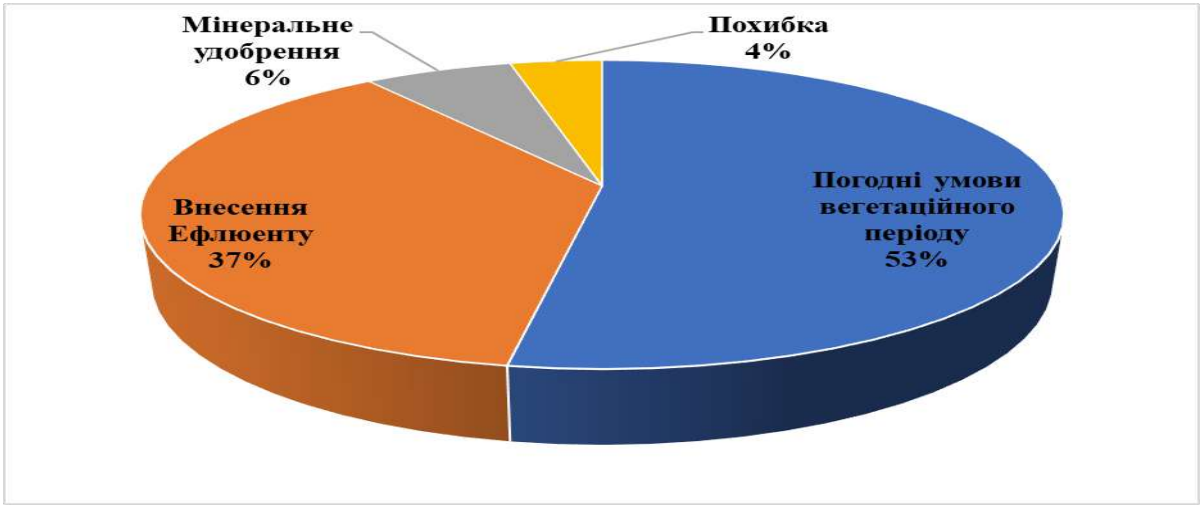
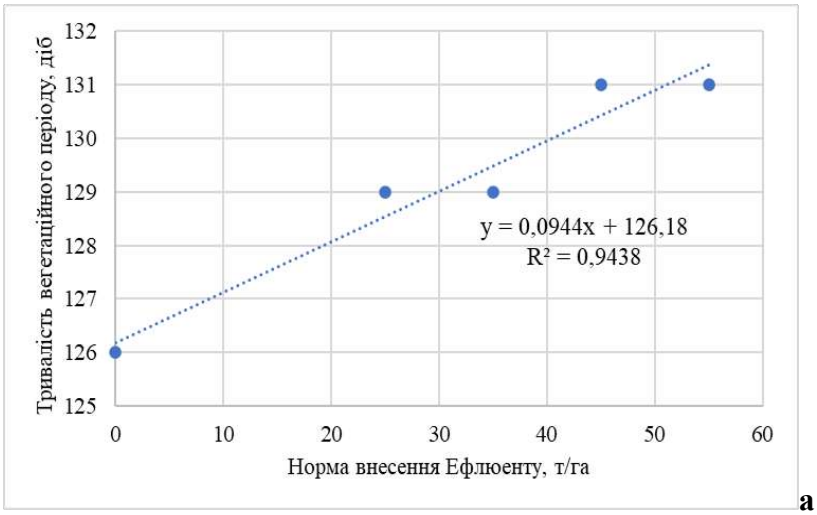
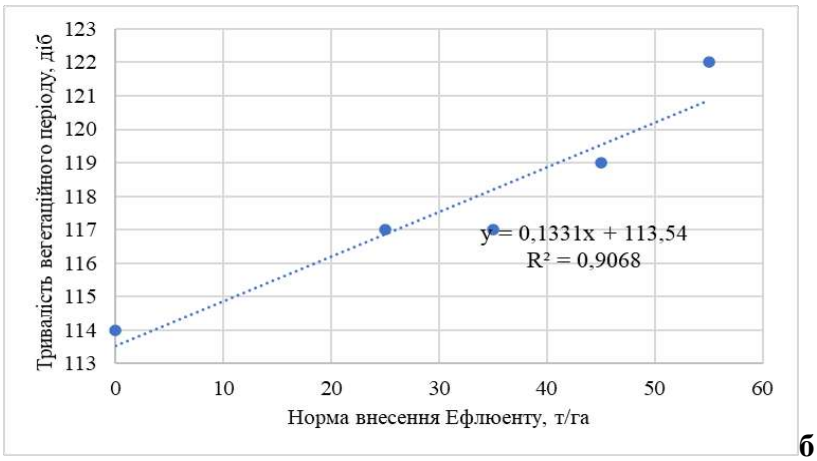


Рисунок 3.3. **Частка впливу основних факторів на тривалість вегетаційного періоду моркви**

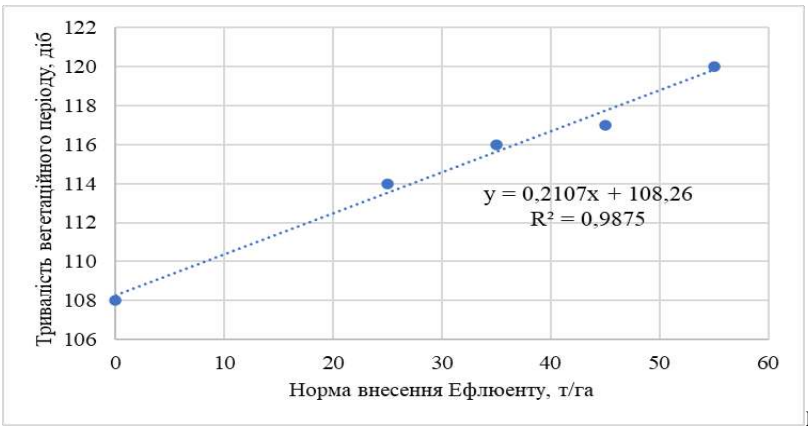
Визначено, що збільшення норми внесення органічного добрива «Ефлюент» сприяло зростанню тривалості вегетаційного періоду досліджуваних культур. При цьому коефіцієнт кореляції для кукурудзи був 0,94, буряка столового 0,91 та моркви 0,98.



а



б



в

Рисунок 3.4. **Вплив норми внесення «Ефлюенту» на тривалість вегетаційного періоду кукурудзи (а), буряка столового (б) та моркви (в)**

Загалом, визначення змін тривалості міжфазних періодів та вегетаційного періоду в цілому залежно від норми внесення органічного добрива «Ефлюент», не дозволяє повною мірою зробити висновки про його ефективність без детального вивчення біологічних особливостей росту і розвитку рослин, вирахування їх продуктивності тощо. Однак, добриво «Ефлюент» є біогенним елементом – здатним серйозно впливати на ріст та розвиток кукурудзи, буряка столового та моркви.

Висновки до розділу 3:

1. Система удобрення біоорганічним добривом та мінеральними добривами істотно впливає на тривалість вегетаційного періоду та окремих фенологічних фаз у кукурудзи, моркви та буряків столових.

2. Тривалість окремих періодів вегетації «сівба-сходи», «сходи-цвітіння качанів», «цвітіння качанів-повна стиглість» та «сходи-повна стиглість» у кукурудзи, «сівба-масові сходи», «масові сходи-перший листок», «масові сходи-формування розетки» та «формування розетки – технічна стиглість» у моркви, «сівба-сходи», «сходи-перший справжній листок», «перший справжній листок-формування розетки листків» та «формування розетки-технічна стиглість» у буряків столових залежала від біологічних особливостей гібриду та застосування добрив.

3. Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» забезпечує подовження тривалості вегетаційного періоду у гібриду Кестрел F_1 (на 3-9 діб) та окремих періодів вегетації (на 1-5 діб) за рахунок поліпшення забезпеченості рослин елементами живлення, що в кінцевому результаті відображається на подовженні тривалості фотосинтетичної активності, кількості органічної речовини та продуктивності рослин.

4. Застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$) на посівах моркви гібриду Болівар F_1 сприяє покращенню живлення рослин та відповідно подовженню на 6-13 днів тривалості вегетаційного періоду, порівняно із контрольним варіантом. Найбільш тривалим, в середньому за три роки досліджень 121 доба був вегетаційний період на варіантах, де вносили біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$).

5. Тривалість вегетаційного періоду в гібриду кукурудзи Кампоні КС на контролі

(без добрив та внесення води) становила 126 діб, а при внесенні біоорганічного добрива «Ефлюент» зростала на 3-7 діб. Найвище значення тривалості вегетаційного періоду встановлено на варіанті із внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га в поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 133 доби.

Основні положення дисертації викладені в наукових працях [103, 259].

РОЗДІЛ 4
МОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

4.1. Вплив біоорганічного добрива «Ефлюент» на площу листової поверхні кукурудзи, моркви та буряків столових

Фотосинтез – це основний процес у життєдіяльності рослин, головним органом фотосинтезу є листок, хоча відбуватися він може і в інших органах [13, 14]. Тому оптимальне співвідношення листової поверхні до одиниці площі посіву - це одна із основних передумов інтенсивного утворення органічної речовини у процесі фотосинтезу.

Важливо, використовуючи елементи технології, забезпечити швидке наростання асиміляційної поверхні листків і якнайдовше зберегти їх в активному стані [260]. Площа листкового апарату рослин залежить від кількості функціонувальних листків і площі кожного листка [261].

Згідно з даними А.О. Ничипоровича [232, 234], оптимальною площею листкової поверхні більшості сільськогосподарських культур є 40-60 тис. м^2/га. Подальше її збільшення буде вже малоефективним, через те що істотно знижується освітленість листків і чиста продуктивність фотосинтезу [13, 14].

У формування вирощування високої продуктивності коренеплодів, у тому числі і буряків столових, оптимальна площа листової поверхні є вирішальним фактором не лише урожайності, але і якості продукції [262]. Згідно з даними А.С. Заришняка [263], Л.М. Карпук [264] та А.О. Ничипоровича [234], добовий приріст урожаю буряків визначається площею листкової поверхні та продуктивністю фотосинтезу, тому всі елементи технології мають бути спрямовані на забезпечення оптимальних умов для проходження фізіологічних процесів. У той же час В.Ю. Даскін, О.І. Антонова [265] відзначають, що індекс листкової поверхні не повинен перевищувати 3,5-4,0 (35-40 тис. м^2/га листків), а інші дослідники взагалі відзначають 50-80 тис. м^{2}га площу листової поверхні, як

оптимальну для буряків [261, 262]. Максимальних значень для буряків площа листової поверхні досягає в серпні [264].

Результатами проведених досліджень встановлено, що площа листкової поверхні буряків столових істотно залежала від застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1

Площа листкової поверхні у гібриду буряків столових Кестрел F_1 залежно від системи удобрення, тис. м^2/га, (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Фази розвитку			Збирання врожаю, 25.09-10.10
	змикання листків у рядках, 14.06	змикання листків у міжряддях, 04.07	інтенсивний ріст, 12.08	
Контроль (без добрив і без зрошення)	3,77	10,85	25,72	22,57
Внесення води у нормі 45 т/га	3,92	13,11	29,78	25,56
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	4,04	15,23	33,33	29,70
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	4,10	15,64	35,56	33,78
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	4,15	16,07	36,67	34,06
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	4,32	16,31	37,22	34,20
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	5,49	19,30	40,56	39,34
$N_{90}P_{90}K_{90}$	4,40	16,41	39,44	35,89
$НІР_{0,05}$	0,36	0,87	1,23	1,05

Із даних таблиці 4.1 видно, що найнижче значення площі листкової поверхні у буряків столових гібриду Кестрел F_1 було встановлено у фазі змикання листків у рядках (14 червня) – 3,77-5,49 тис. м^2/га. Це пов'язано із тим, що в цей період буряки столові лише починають формувати відповідну площу листової поверхні, але можна відзначити зростання площі листової поверхні при застосуванні біоорганічного добрива на 0,27-0,55 тис. м^2/га по відношенню до контролю (без зрошення). Поліпшення забезпечення рослин буряків столових вологою сприяло зростанню площі листової поверхні на 0,15 тис. м^2/га, порівняно із контрольним варіантом, але без вологи. Найвище значення площі листової поверхні

5,49 тис. м^2/га відзначено на варіанті, де застосували біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним удобренням ($N_{90}P_{90}K_{90}$), що на 1,72 тис. м^2/га більше порівняно із контролем.

Значення площі листової поверхні у фазі змикання листків у міжряддях істотно зросло і становило 10,85-19,30 тис. м^2/га. Хоча також прослідковувалося збільшення її при оптимізації живлення рослин за рахунок внесення добрив як органічних, так і мінеральних.

Найвище значення площі листової поверхні у гібриду Кестрел F_1 встановлено у фазі інтенсивного росту – 25,72-40,56 тис. м^2/га, а в період збирання даний показник дещо знизився і становив 22,57-39,34 тис. м^2/га, проте вона залишалася достатньою для продовження накопичення продуктів фотосинтезу в рослині.

Крім того, як і в попередніх фазах, прослідковується вплив добрив на площу листової поверхні у фазі інтенсивного росту коренеплоду, зокрема на контролі вона становила 25,72 тис. м^2/га, а за внесення води (45 т/га) вона зросла до 29,78 тис. м^2/га, на фоні 25 т/га «Ефлюенту» – 33,33 тис. м^2/га, 35 т/га «Ефлюенту» – 35,56 тис. м^2/га, 45 т/га «Ефлюенту» – 36,67 тис. м^2/га, 55 т/га «Ефлюенту» – 37,22 тис. м^2/га, на фоні 55 т/га «Ефлюенту» та мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 40,56 тис. м^2/га, на фоні лише мінерального удобрення ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 39,44 тис. м^2/га.

Отже, найвище значення площі листкової поверхні отримано на варіанті органо-мінеральної системи удобрення, за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$ у фазі інтенсивного росту коренеплоду – 40,56 тис. м^2/га. Тому можна стверджувати, що поліпшення забезпечення рослин буряків столових макро- і мікроелементами за рахунок внесення добрив забезпечує зростання площі листкової поверхні на 14,84 тис. м^2/га, порівняно із контрольним варіантом (без добрив).

Визначені частки впливу основних факторів на площу листкової поверхні буряків столових у фазі інтенсивного росту (рис. 4.1) показують істотний вплив як мінерального удобрення, так і внесення органічного добрива «Ефлюент» на формування цієї ознаки.

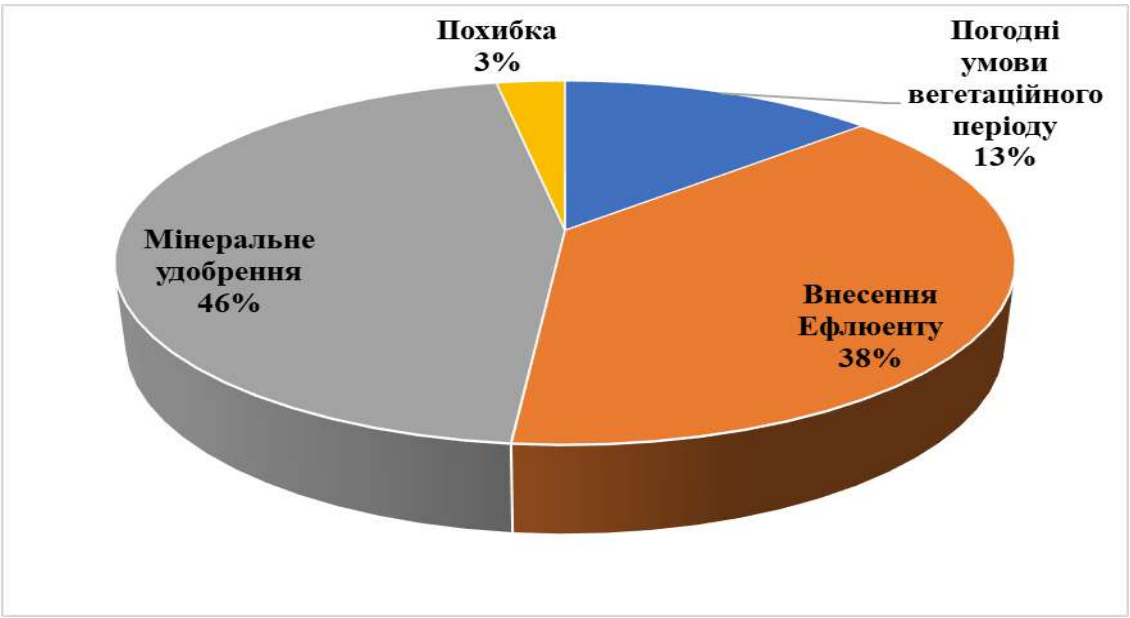


Рисунок 4.1. **Частка впливу основних факторів на площу листкової поверхні буряків столових у фазі інтенсивного росту**

Причому, на відміну від визначених особливостей тривалості вегетаційного періоду (розділ 3), де основний вплив мали умови року, в даному випадку їх вплив перебуває на рівні 13 %, що підкреслює важливість формування рослинами оптимальних значень листкової поверхні, і лише за надзвичайно екстремальних погодних впливів може спостерігатися суттєве відхилення від норми.

Аналогічні дані впливу біоорганічного добрива «Ефлюент» на площу листової поверхні рослин отримано у гібриду моркви Болівар F_1 (табл. 4.2).

Площа листової поверхні моркви була найменшою у фазі 3-4 листки і, в середньому за три роки, коливалась у межах від 8,37 до 17,94 см. На варіантах, де було проведено внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив, площа листкової поверхні збільшилася на 3,05-9,57 тис. $м^2$/га, порівняно із контролем (без добрив та без внесення води). Найвище значення площі листової поверхні встановлено на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 17,94 тис. $м^2$/га.

На початку формування коренеплоду спостерігалася аналогічна залежність щодо впливу системи удобрення на площу листової поверхні, але межі значення площі листової поверхні збільшились і становили 18,15-37,58 тис. $м^2$/га, що на

5,77-19,43 тис. м^2/га більше порівняно із контролем.

Таблиця 4.2

Площа листкової поверхні у гібриду моркви Болівар F_1 залежно від системи удобрення, тис. м^2/га, (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Фази розвитку			Технічна стиглість
	3-4 листка	початок формування коренеплоду	інтенсивний ріст коренеплоду	
Контроль (без добрив і без зрошення)	8,37	18,15	23,62	21,83
Внесення води у нормі 45 т/га	10,79	22,27	29,14	25,01
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	11,42	23,92	33,48	29,16
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	12,64	24,39	36,48	29,74
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	12,05	24,57	38,57	35,04
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	12,76	24,71	43,05	37,09
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	17,94	37,58	46,72	41,43
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,92	26,81	43,99	39,03
$НІР_{0,05}$	1,10	1,89	2,46	2,25

У період інтенсивного росту коренеплоду відзначене найвище значення площі листової поверхні у гібриду моркви Болівар F_1 – 23,62-46,72 тис. м^2/га, що на 9,86-23,1 тис. м^2/га більше порівняно із контролем, а у фазі технічної стиглості відбулося незначне зниження площі листової поверхні до 21,83-41,43 тис. м^2/га, або на 7,33-19,60 тис. м^2/га більше порівняно із контролем.

Отже, використання органо-мінеральної системи удобрення, яка включає внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінерального добрива у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечує зростання площі листової поверхні у гібриду моркви Болівар F_1 на різних етапах органогенезу.

Встановлено також частки впливу основних факторів на площу листкової поверхні моркви у фазі інтенсивного росту коренеплоду (рис. 4.2).

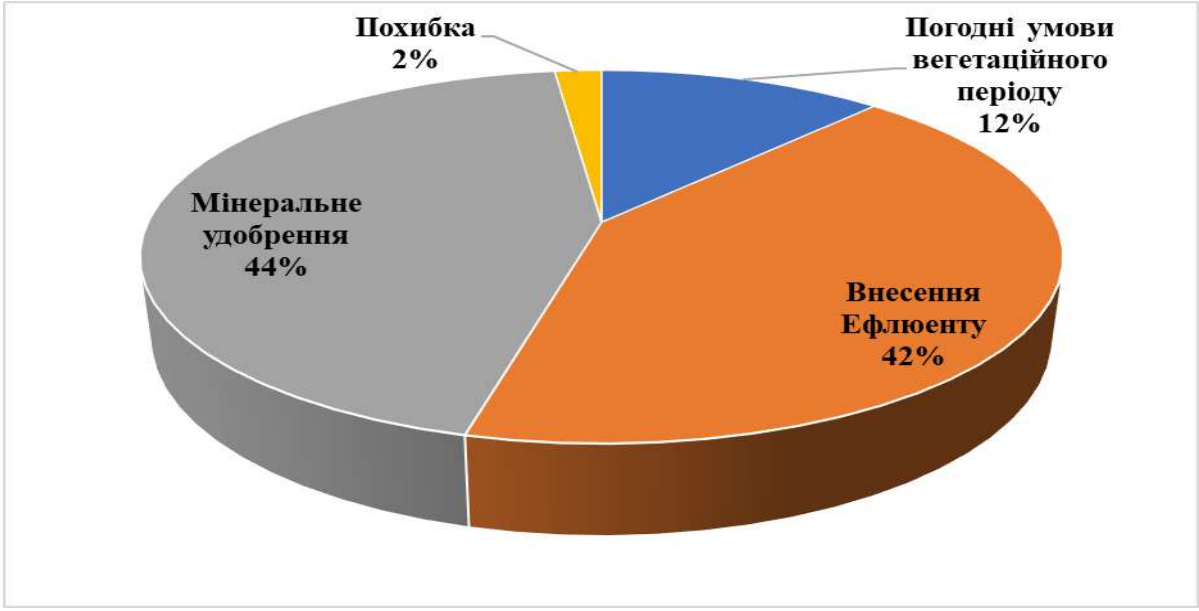


Рисунок 4.2. **Частка впливу основних факторів на площу листкової поверхні моркви в фазі інтенсивного росту коренеплоду**

Аналогічно, отримані частки показують істотний вплив як мінерального удобрення, так і внесення органічного добрива «Ефлюент» на формування цієї ознаки. А от вплив погодних умов менш значимий і підтверджує оптимальність формування рослинами параметрів площі листя за допустимих відхилень елементів погоди.

Характеристику впливу біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінерального удобрення на площу листкової поверхні гібриду кукурудзи Кампоні КС наведено в таблиці 4.3.

Із даних таблиці 4.3 видно, що площа листкової поверхні гібриду кукурудзи Кампоні КС у фазі 10 листків коливалась у межах 16,45-28,55 тис. м^2/га, фазі викидання волоті – 43,05-61,23 тис. м^2/га, фазі молочно-воскової стиглості – 45,17-64,50 тис. м^2/га, а у фазі воскової стиглості 42,22-60,84 тис. м^2/га. Внесення біоорганічного добрива забезпечило зростання площі листкової поверхні гібриду кукурудзи і фазу 10 листків на 7,05-10,67 тис. м^2/га, у фазі викидання волоті – на 4,48-18,18 тис. м^2/га, у фазі молочно-воскової стиглості – на 4,95-19,33 тис. м^2/га та у фазі воскової стиглості – на 4,97-18,62 тис. м^2/га.

Досліджено також частки впливу основних факторів на площу листкової

поверхні кукурудзи у фазі молочно-воскової стиглості (рис. 4.3).

Таблиця 4.3

Площа листкової поверхні гібриду кукурудзи Кампоні КС залежно від системи удобрення, тис. м^2/га, (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Фази розвитку			
	10 листків	викидання волоті	молочно-воскової стиглості	воскової стиглість
Контроль (без добрив і без зрошення)	16,45	43,05	45,17	42,22
Внесення води у нормі 45 т/га	23,00	47,43	48,76	44,71
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	23,50	47,53	50,12	47,19
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	24,66	48,03	51,34	47,61
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	25,64	49,53	53,30	50,14
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	25,86	51,68	56,62	54,71
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	28,55	61,23	64,50	60,84
$N_{90}P_{90}K_{90}$	27,12	55,62	57,29	54,41
$НІР_{0,05}$	1,29	2,79	3,56	3,08

Аналогічно даним отриманим для буряка кормового та моркви площа листкової поверхні істотно залежала від впливу мінерального або органічного удобрення – ключового компонента, що забезпечував активізацію ростових процесів рослин.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу нами визначено особливості впливу норми внесення «Ефлюенту» на формування площі листкової поверхні кукурудзи, буряка столового та моркви (рис. 4.4).

Отже, можна зробити висновок, що зміна площі листкової поверхні кукурудзи, моркви та буряків столових в онтогенезі у всіх варіантах досліду виражалась у вигляді прямої залежності від застосування систем удобрення, а коефіцієнт кореляції отримано на рівні дуже сильного зв’язку.

Досить вагомий вплив на продуктивність фотосинтезу рослин має фотосинтетичний потенціал (ФП), який у наших дослідженнях був високим

відповідно до градації А.О. Ничипоровича (1961) (табл. 4.4).

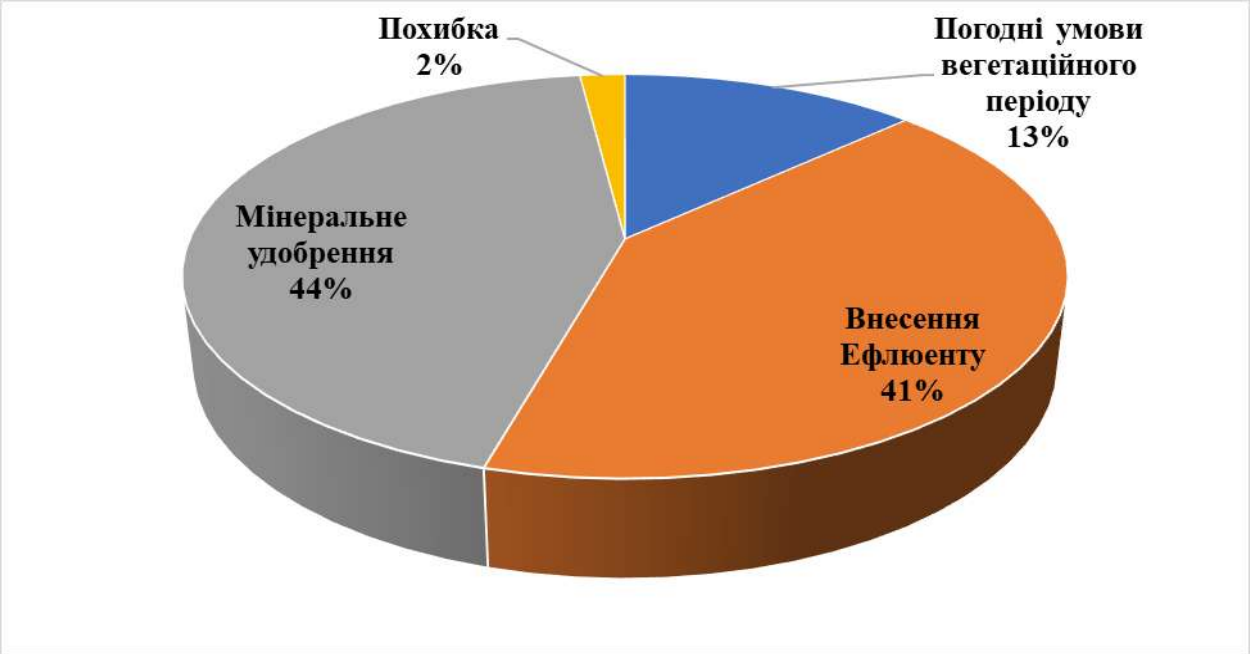
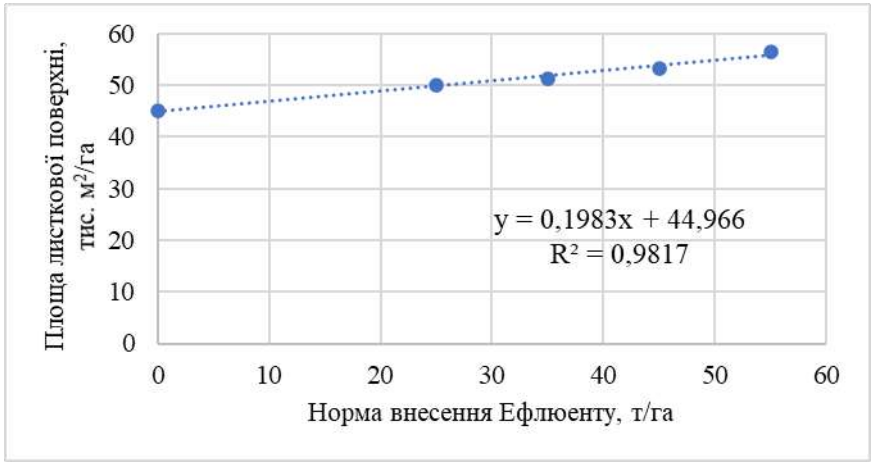


Рисунок 4.3. **Частка впливу основних факторів на площу листкової поверхні кукурудзи в фазі молочно-воскової стиглості**

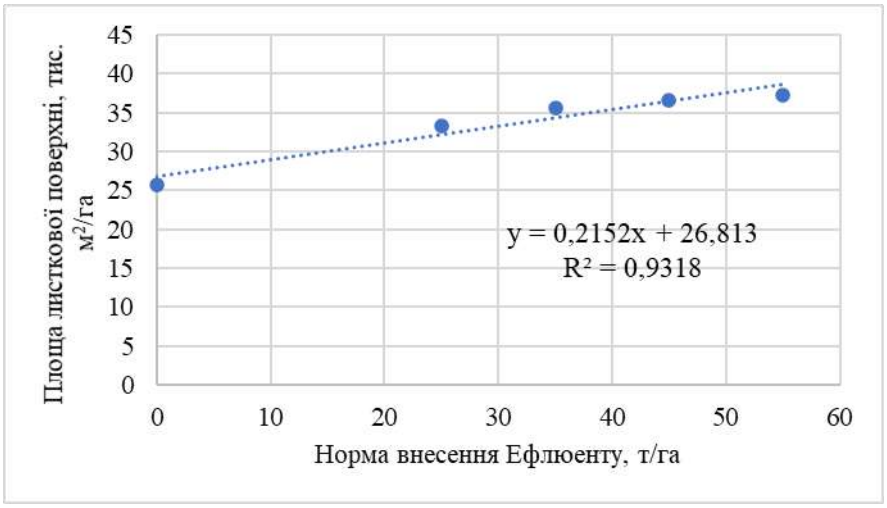
Фотосинтетичний потенціал є сумою щоденних показників площі листкової поверхні на гектар і характеризує фотосинтетичну потужність, яка є одним із найважливіших показників. Це розмір врожаю, фотосинтетичний потенціал і ступінь досконалості посіву. Високопродуктивними потрібно вважати такі посіви, фотосинтетичний потенціал яких відповідає не менше 2-3 млн. м^2×діб/га з розрахунку на кожних 100 діб фактичної вегетації [266-268].

Підвищення значення фотосинтетичного потенціалу пояснюється збільшенням площі листкової поверхні завдяки внесенню біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$). Найвище значення фотосинтетичного потенціалу відзначено на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із нормою мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ для буряків столових – 3185,4 тис. м^2×діб/га, моркви – 4187,1 тис. м^2×діб/га та кукурудзи 4144,0 тис. м^2×діб/га, що пояснюється збільшенням тривалості фотосинтетичної діяльності добре розвинутих рослин та збільшенням

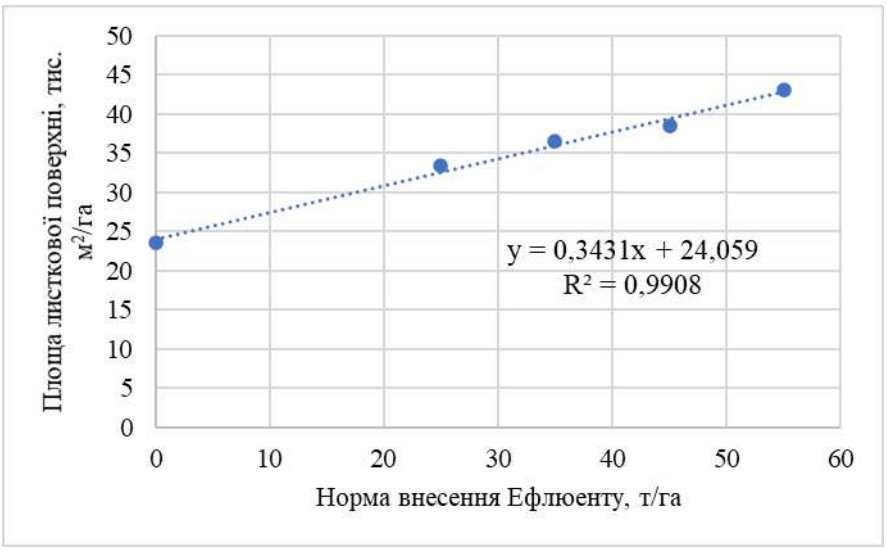
площі їх листкової поверхні завдяки внесенню оптимальної кількості макро- і мікроелементів із добривами.



а



б



в

Рисунок 4.4. **Вплив норми внесення «Ефлюенту» на формування площі листкової поверхні кукурудзи (а), буряка столового (б) та моркви (в)**

Таблиця 4.4

Фотосинтетичний потенціал кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від системи удобрення, тис. м^2×діб/га

(середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Фотосинтетичний потенціал, тис. м^2×діб/га		
	буряків столових (технічна стиглість)	моркви (технічна стиглість)	кукурудзи (воскова стиглість)
Контроль (без добрив і без зрошення)	1929,0	2098,6	2876,3
Внесення води у нормі 45 т/га	2232,7	2551,5	3152,3
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	2535,9	2873,9	3222,7
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	2731,2	3037,8	3285,9
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	2796,8	3229,6	3413,1
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	2831,7	3466,4	3613,1
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	3185,4	4187,1	4144,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	2964,8	3602,0	3725,5
$НІР_{0,05}$	114	187	169

Крім загальної площі листкової поверхні, для фотосинтетичної діяльності важливе значення має кількість листків на рослині.

Результати вивчення кількісних параметрів листкового апарату гібриду буряків столових та моркви в фазі технічної стиглості і кукурудзи в фазі воскової стиглості наведено у таблиці 4.5.

Із даних таблиці 4.5 видно, що найбільш активно формувалися листки за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га та внесенні мінерального добрива у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$, зростання кількості листків порівняно із контролем (без добрив), в середньому за три роки досліджень становило для буряків столових – 3,6 шт., моркви – 7,25 шт. та кукурудзи – 2,0 шт.

Найнижче значення кількості листків на рослині отримано на контрольному варіанті (без добрив та зрошення) – 15,8-26,2 шт.

Отже, можна зробити висновок, що поліпшення надходження до рослинного організму макро- та мікроелементів за рахунок застосування органо-мінеральних

добрив забезпечує збільшення кількості листків у кукурудзи на 0,8-2,0 шт., моркви – 0,75-7,25 шт., буряків столових – 0,4-3,6 шт., в порівнянні із контрольним варіантом (без добрив).

Таблиця 4.5

Кількість листків у буряків столових, моркви та кукурудзи залежно від системи удобрення, шт. (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Кількість листків, шт.		
	буряк столовий (технічна стиглість)	морква Болівар F_1 (технічна стиглість)	кукурудза (воскова стиглість)
Контроль (без добрив і без зрошення)	26,2	15,8	16,1
Внесення води у нормі 45 т/га	26,4	16,0	16,8
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	26,6	16,5	16,9
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	27,4	17,3	17,7
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	28,6	17,8	17,7
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	28,8	18,9	17,9
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	29,8	23,0	18,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$	29,2	19,8	17,7
$НІР_{0,05}$	0,2	0,3	0,8

4.2. Морфологічна характеристика рослин кукурудзи, моркви та буряків столових залежно від системи удобрення

Висота рослин - це основна морфологічна ознака, яка відображає не лише вплив генетичних особливостей рослини, але й умов вирощування на ріст і розвиток. Серед умов вирощування варто виділити забезпеченість елементами живлення. Особливості живлення рослин у різних ґрунтово-кліматичних умовах України вивчено недостатньо. Питання підвищення врожайності, якості і збереженості коренеплодів буряка столового та моркви, зерна кукурудзи за використання нових видів органічних і мінеральних добрив є актуальним.

Через це ми в умовах Лісостепу правобережного дослідили вплив біоорганічного добрива «Ефлюент», мінеральних добрив і їх сумісного застосування на ріст, розвиток та формування коренеплодів буряка столового та моркви і зернову продуктивність кукурудзи.

За результатами проведених досліджень встановлено істотну залежність висоти рослин від системи удобрення (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Лінійні розміри рослин кукурудзи, моркви та буряка столового залежно від системи удобрення, см (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Буряк столовий гібрид Кестрел F_1 (технічна стиглість)			Морква гібрид Болівар F_1 (технічна стиглість)			Кукурудза гібрид Кампоні КС (ФАО 340) (воскова стиглість)		
	Висота рослин	приріст до контролю		Висота рослин	приріст до контролю		Висота рослин	приріст до контролю	
		см	%		см	%		см	%
Контроль (без добрив і без зрошення)	31,6	–	–	28,1	–	–	230,7	–	–
Внесення води у нормі 45 т/га	32,9	1,3	4,1	30,4	2,3	8,3	256,4	25,7	11,1
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	36,9	5,3	16,8	32,1	4,0	14,4	268,2	37,5	16,3
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	37,3	5,7	18,0	32,8	4,7	16,7	277,5	46,8	20,3
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	40,5	8,9	28,2	30,4	2,3	8,3	280,3	49,6	21,5
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	42,1	10,5	33,2	34,1	6,0	21,3	289,5	58,8	25,5
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	45,9	14,3	45,3	39,7	11,6	41,2	297,6	66,9	29,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	42,9	11,3	35,8	35,9	4,8	17,1	291,5	60,8	26,4
$НІР_{0,05}$	1,4	-	-	2,3	-	-	26,8	-	-

Із даних таблиці 4.6 видно, що у гібриду буряків столових Кестрел F_1 перед збиранням (фаза технічної стиглості) на варіанті без добрив та внесення води (контроль) середня висота рослин становила 31,6 см, гібриду моркви Болівар F_1 – 28,1 см, а гібриду кукурудзи Кампоні КС у фазу воскової стиглості – 230,7 см.

На удобрених варіантах висота рослин зростала у гібриду буряків столових

Кестрел F_1 – на 8,3-17,3 см, гібриду моркви Болівар F_1 – на 4,0-11,6 см та у гібриду кукурудзи Кампоні КС на 25,7-66,9 см, порівняно із контролем (без добрив та води). Найбільшу висоту рослин відмічали у варіанті із застосуванням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90,}$ і вона становила у гібриду буряків столових Кестрел F_1 – 45,9 см, гібриду моркви Болівар F_1 – 45,3 см та у гібриду кукурудзи Кампоні КС – 297,6 см.

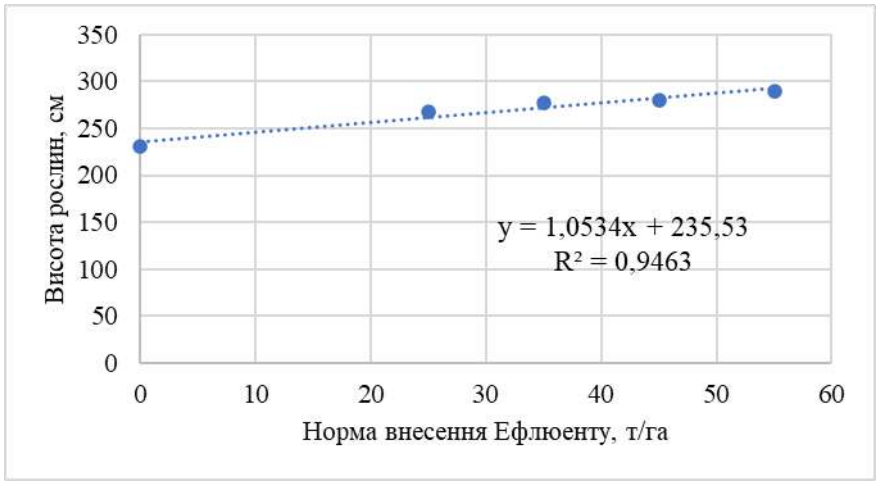
Визначені нами параметри впливу норми внесення «Ефлюенту» на формування висоти рослин кукурудзи, буряка столового та моркви знайшли відображення в кореляційно-регресійних рівняннях (рис. 4.5).

Так, визначено, що отриманий коефіцієнт кореляції між впливом норми внесення «Ефлюенту» на формування висоти рослин у кукурудзи (0,94) та буряка столового (0,98) належить до дуже сильного типу зв’язку. А от для моркви притаманний значний кореляційний зв'язок (r = 0,62).

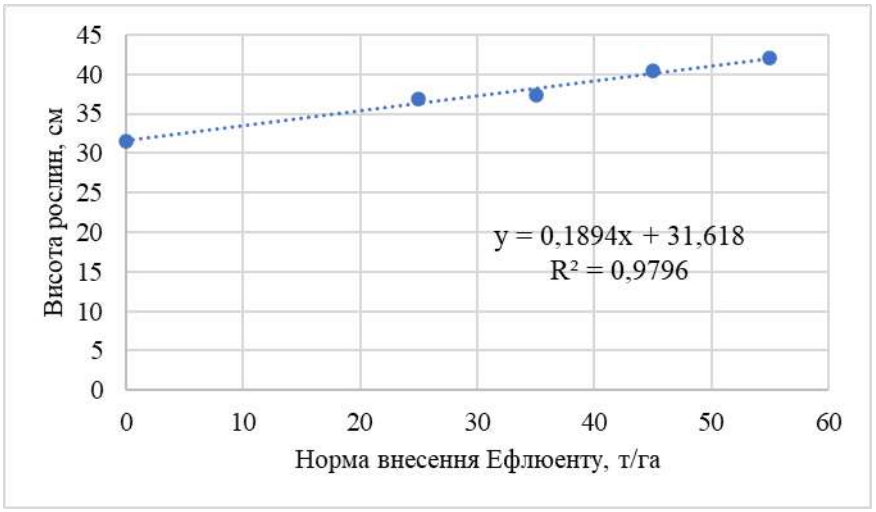
Отримані рівняння регресії, що відображені на рисунку 4.5, для кожної з досліджуваних культур дозволяють з високим рівнем точності спрогнозувати зміну висоти рослин залежно від норми внесення біоорганічного добрива «Ефлюент».

Крім висоти рослин, для кукурудзи важливе значення має висота закладання качанів [269-273], оскільки вона впливає на якість механізованого збирання та втрати врожаю. При застосуванні механізованого збирання кукурудзи важливо, щоб качани закладалися рівномірно на оптимальній висоті, тому що як і низька висота прикріплення качанів (30-50 см) призводить до значних втрат зерна за механізованого збирання (15-20 % і більше), так і високе закладання качанів (вище 110 см) є не бажаним, через збільшення затрат на збирання [7, 13, 216].

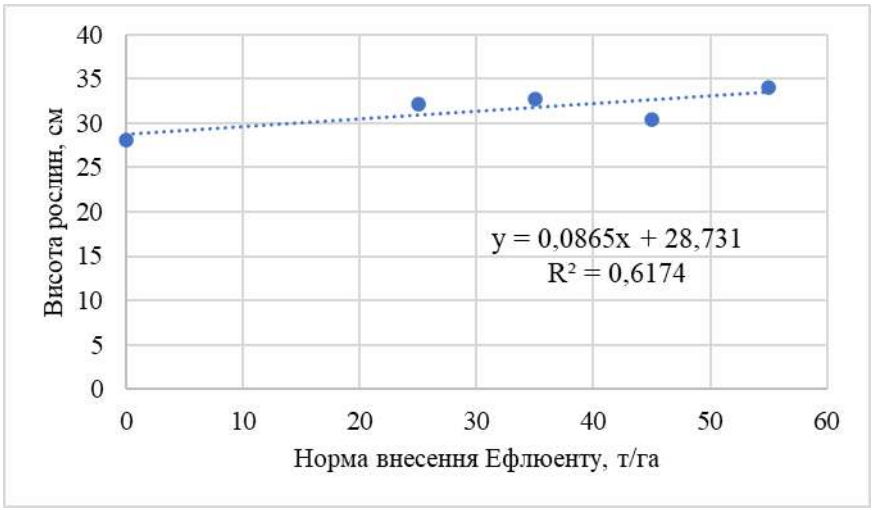
У кукурудзи інтенсивний ріст стебла рослин у висоту відбувався від фази 11-12 листків до фази викидання волоті. При сприятливих умовах волого-забезпечення та температурного режиму ріст рослин кукурудзи у висоту продовжувався до настання фази молочно-воскової стиглості [206]. Хоча закладання генеративних органів рослин проходить набагато раніше.



а



б



в

Рисунок 4.5. **Вплив норми внесення «Ефлюенту» на формування висоти рослин кукурудзи (а), буряка столового (б) та моркви (в)**

Висота прикріплення качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС суттєво залежала від висоти рослин, так із збільшенням габітусу рослин зростала і висота закладання качанів. Ця ознака визначається біологічними особливостями рослин

та умовами їх вирощування, зокрема забезпеченістю рослин кукурудзи макро- та мікроелементами. Характеристику висоти кріплення качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Висота кріплення качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС залежно від системи удобрення, см (середнє за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Висота кріплення качанів, см	Приріст до контролю	
		см	%
Контроль (без добрив і без зрошення)	88,2	–	–
Внесення води у нормі 45 т/га	89,2	1,0	1,1
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	91,1	2,9	3,3
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	93,7	5,5	6,2
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	95,1	6,9	7,8
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	100,4	12,2	13,8
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	102,1	13,9	15,8
$N_{90}P_{90}K_{90}$	101,9	13,7	15,5
$НІР_{0,05}$	1,2	-	-

Параметри закладання качанів у гібриду Кампоні КС, у середньому за три роки досліджень, знаходились у межах 88,2-102,1 см, що повністю відповідає вимогам механізованого вирощування та збирання. Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяє збільшенню висоти кріплення качанів на 2,9-13,9 см, порівняно із контролем (без добрив та використання води). Найвище значення висоти кріплення, як і загальної висоти рослин, отримано на варіанті із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га та мінерального добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 102,1 см, найнижче значення було відзначено на контролі – 88,2 см.

Дані визначення частки впливу основних факторів на висоту прикріплення качанів кукурудзи показано на рисунку 4.6.

Висота прикріплення качана кукурудзи залежить і від висоти рослин, тому погодні умови опосередковано впливають і на цю ознаку, адже за роки досліджень у нас спостерігався істотний вплив умов вегетаційного періоду на ріст

кукурудзи (див розділ 3).

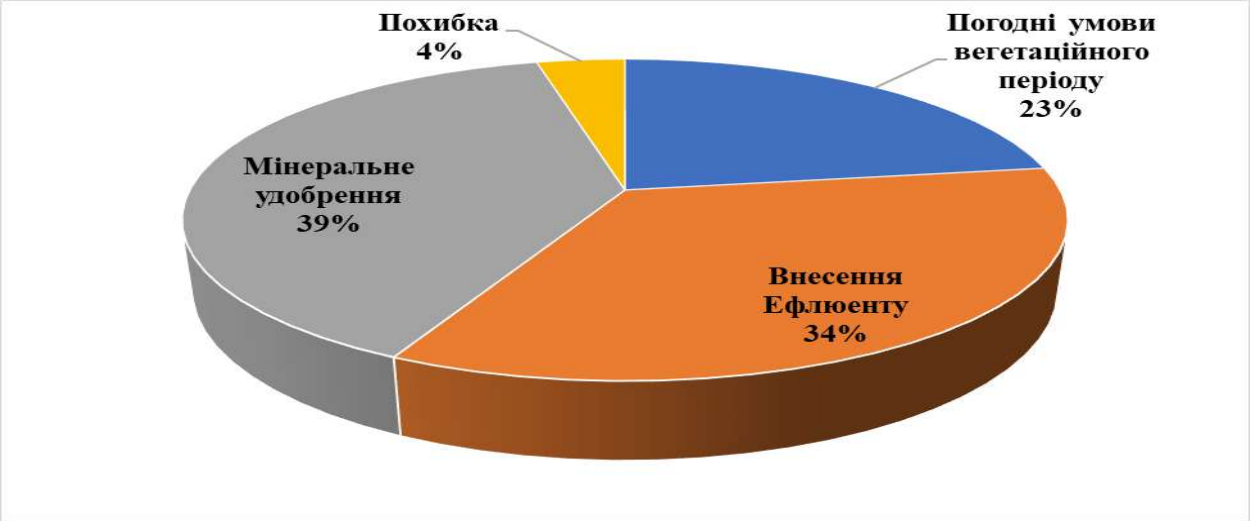


Рисунок 4.6. **Частка впливу основних факторів на висоту прикріплення качанів кукурудзи**

Однак, поліпшення умов вирощування за рахунок внесення органічних та мінеральних добрив позитивно впливає на лінійні розміри рослин кукурудзи, а також моркви та буряків, що в кінцевому результаті відображається і у підвищенні продуктивності даних культур.

Висновки до розділу 4:

1. Встановлено, що значення площі листової поверхні у гібриду Кестрел F_1 встановлено у фазі інтенсивного росту складало 25,72-40,56 тис. м^2/га, а в період збирання даний показник дещо знизився і складав 22,57-39,34 тис. м^2/га, проте вона залишалася достатньою для продовження накопичення продуктів фотосинтезу в рослині. Найвище значення площі листкової поверхні отримано на варіанті органо-мінеральної системи удобрення, за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$ у фазі інтенсивного росту коренеплоду – 40,56 тис. м^2/га, тому внесення добрив забезпечує зростання площі листкової поверхні на 14,84 тис. м^2/га, порівняно із контрольним варіантом.

2. На посівах моркви гібриду Болівар F_1 найвище значення площі листової поверхні – 23,62-46,72 тис. м^2/га, що на 9,86-23,1 тис. м^2/га більше порівняно із контролем, а у фазі технічної стиглості відбулося незначне зниження даного

показника до 21,83-41,43 тис. м^2/га, або на 7,33-19,60 тис. м^2/га більше порівняно із контролем.

3. Площа листкової поверхні гібриду кукурудзи Кампоні КС у фазі 10 листків коливалась у межах 16,45-28,55 тис. м^2/га, фазі викидання волоті – 43,05-61,23 тис. м^2/га, фазі молочно-воскової стиглості – 45,17-64,50 тис. м^2/га, а у фазі воскової стиглості 42,22-60,84 тис. м^2/га. Внесення біоорганічного добрива забезпечило зростання площі листкової поверхні гібриду кукурудзи у фазі 10 листків на 7,05-10,67 тис. м^2/га, у фазі викидання волоті – на 4,48-18,18 тис. м^2/га, у фазі молочно-воскової стиглості – на 4,95-19,33 тис. м^2/га та у фазі воскової стиглості – на 4,97-18,62 тис. м^2/га.

4. Найбільше значення фотосинтетичного потенціалу відзначено на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднання із нормою мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ для буряків столових – 3185,4 тис. м^2×діб/га, моркви – 4187,1 тис. м^2×діб/га та кукурудзи 4144,0 тис. м^2×діб/га, що пояснюється збільшенням тривалості фотосинтетичної діяльності добре розвинутих рослин та збільшенням площі їх листкової поверхні завдяки внесенню оптимальної кількості макро- і мікроелементів із добривами.

5. Поліпшення надходження до рослинного організму макро- та мікроелементів за рахунок застосування органо-мінеральних добрив забезпечує збільшення кількості листків у кукурудзи на 0,8-2,0 шт., моркви – 0,75-7,25 шт., буряків столових – 0,4-3,6 шт., в порівнянні із контрольним варіантом (без добрив).

6. Встановлено, що на удобрених ділянках висота рослин зростала у гібриду буряків столових Кестрел F_1 – на 8,3-17,3 см, гібриду моркви Болівар F_1 – на 4,0-11,6 см та у гібриду кукурудзи Кампоні КС на 25,7-66,9 см, порівняно із контролем (без добрив та води). Найбільшу висоту рослин відмічали на варіанті із застосуванням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90,}$ і вона становила у гібриду буряків столових Кестрел F_1 – 45,9 см, гібриду моркви Болівар F_1 – 45,3 см та у гібриду кукурудзи Кампоні КС – 297,6 см.

7. Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяє збільшенню висоти кріплення качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС на 2,9-13,9 см, порівняно із контролем (без добрив та використання води). Найбільше значення висоти кріплення, як і загальної висоти рослин, отримано на варіанті із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га та мінерального добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 102,1 см.

Основні положення дисертації викладені в наукових працях [259, 274].

РОЗДІЛ 5
ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ

У рослинництві та овочівництві одним із основних показників ефективності є продуктивність, або середня врожайність однієї рослини та культури в цілому. Виходячи із продуктивності однієї рослини, не складно вирахувати врожайність з гектара, знаючи густоту посіву.

Продуктивність рослин – це комплексна ознака, що є результатом взаємодії сукупності морфологічних ознак і властивостей, які визначають особливості росту й розвитку рослин. Кожен із цих елементів структури врожаю, в свою чергу, залежить від складного комплексу біологічних, агротехнічних й метеорологічних факторів. Наприклад, існує тісний кореляційний взаємозв'язок між даними чистої продуктивності фотосинтезу та індивідуальною продуктивністю рослин (r = 0,92-0,96) [275].

Щоб отримати найвищий приріст врожайності від добрив, необхідно враховувати біологічні та фізіологічні особливості росту й розвитку культури, потребу в елементах живлення на окремих його етапах, їхній вплив на формування елементів структури продуктивності.

Вивчення структури врожаю дає можливість встановити, за рахунок яких елементів відбувається зміна величини врожаю кукурудзи, моркви та буряків столових під впливом різних умов живлення. На урожайність у кукурудзи істотно впливають такі ознаки, як: кількість рядів зерен, кількість качанів з однієї рослини, розмір качана, кількість зерен у ряду, маса 1000 зерен, вихід зерна з качана та кількість рослин на одиниці площі [14, 216, 276]. Урожайність коренеплодів моркви та буряків столових визначається кількістю коренеплодів на одиницю площі посіву, діаметром, довжиною, масою та формою коренеплоду, його забарвленням, співвідношенням надземної та підземної частини коренеплодів [277-280].

Адаптація складових технології до факторів зовнішнього середовища та

біологічних вимог культури потребують глибоких фундаментальних знань сутності фізіологічних процесів і процесів формування елементів продуктивності рослин [214]. Диференційований характер процесів росту і розвитку культури, зумовлений абіотичними й біотичними факторами, що сформувалися в агрофітоценозі під впливом різних технологій вирощування, не міг не позначитися на показниках структури врожаю кукурудзи, моркви та буряків столових.

Створення оптимальних умов для формування генеративних органів на кожному конкретному етапі органогенезу є необхідною умовою формування високопродуктивних агрофітоценозів кукурудзи, моркви та буряків столових, які зумовлюються добрим розвитком складових елементів врожаю і при цьому мають бути адаптованими до стресових умов вегетації.

5.1. Структура врожаю гібриду кукурудзи Кампоні КС залежно від умов вегетації та системи удобрення

У наших дослідженнях вивчено вплив різних норм внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив на формування елементів структури врожаю кукурудзи, моркви та буряків столових. У досліджуваних гібридів кукурудзи, моркви та буряків столових відзначено тісний взаємозв’язок між умовами живлення рослин, щільністю ценозу й процесами формування архітектоніки генеративних органів (табл. 5.1-5.3).

Як уже відзначалося раніше, формування високих і якісних урожаїв зерна кукурудзи обумовлюється найважливішими структурними елементами, до яких належать маса 1000 зерен, кількість рядів зерен, кількість зерен у ряду, довжина та діаметр качана, лінійні розміри зернівки, вихід зерна із одного качана, маса зерна із качана, кількість качанів на рослині, вологість зерна. При вирощуванні кукурудзи дані показники істотно змінюються залежно від генетичних особливостей гібриду та під впливом агротехнічних чинників, а також факторів навколишнього середовища конкретного року [7, 29].

На стеблі кукурудзи розвивається 1-2 качани, рідко більше [7, 216]. Однак у виробничих умовах зустрічаються гібриди, які схильні до багатокачанності, які

формують у перерахунку на 100 рослин 150-160 качанів, до того ж деколи можуть зустрічатися окремі рослини з трьома та, як виняток, навіть чотирма качанами [281].

Агровиробники, шукаючи біологічні шляхи підвищення продуктивності кукурудзи, доволі часто ставлять питання про можливість використання у виробництві багатокачанних біотипів культури. Кількість качанів на рослині кукурудзи є спадковою ознакою, на яку можна впливати селекційним шляхом, а також до певної міри агротехнічним, створюючи кращі умови вирощування [216, 281]. За несприятливих умови вирощування багатокачанні гібриди хоч і не утворюють два качани, але мають значно меншу кількість безплідних рослин, а за оптимального балансу поживних елементів у ґрунті, вологозабезпеченості, передзбиральної густоти стояння рослин та біологічних особливостей такі гібриди здатні формувати два господарськопридатних качани [29, 281].

Дослідженнями встановлено, що кількість нормально сформованих качанів на рослині кукурудзи істотно залежала від умов вегетації та системи застосування добрив (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вплив системи удобрення на кількість качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019-2021 рр. ±Sr)

Варіант удобрення	Кількість качанів на рослині, шт.			
	2019	2020	2021	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	1,11	1,07	1,15	1,11±0,04
Внесення води у нормі 45 т/га	1,13	1,11	1,16	1,13±0,03
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	1,32	1,28	1,32	1,31±0,02
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	1,35	1,31	1,36	1,34±0,03
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	1,35	1,31	1,36	1,34±0,03
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	1,36	1,31	1,37	1,35±0,03
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	1,36	1,31	1,37	1,35±0,03
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,36	1,28	1,37	1,34±0,05
$НІР_{0,05}$	0,04	0,03	0,03	0,02

Аналізуючи дані таблиці 5.1, необхідно відзначити, що у гібриду кукурудзи Кампоні КС кількість нормально розвинених качанів на рослині коливалась у середньому за три роки, в межах від 1,11 до 1,35 шт.

У 2019 році вона становила 1,11-1,36 шт. На контролі (без застосування добрив та внесення води) кількість нормально сформованих качанів складала 1,11 шт., застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив забезпечило збільшення кількості качанів на 0,21-0,25 шт., і найвище значення цього показника 1,36 було на варіантах, де вносили біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га та мінеральне добриво у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$.

У 2020 році за рахунок стресових умов за вологозабезпеченістю рослин кукурудзи спостерігалося зменшення кількості качанів, що сформувалися, – 1,07-1,31 шт. Аналогічна ситуації, як і в 2019 році, склалася щодо впливу системи удобрення на прояв даної ознаки, тобто вона збільшилася на 0,21-0,24 шт., порівняно із контролем.

У 2021 році встановлено аналогічну залежність кількості качанів на рослині і внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив.

Отже, можна зробити висновок, що поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення добрив сприяє збільшенню кількості качанів на рослині на 0,20-0,24 шт., в порівнянні із контрольним варіантом (рис. 5.1). Крім того, дефіцит вологи, який спостерігався в 2020 році, може істотно зменшувати кількість качанів на рослині (на 0,02-0,09 шт.), порівняно із 2019 та 2021 роками, які характеризувалися кращою вологозабезпеченістю в період вегетації кукурудзи.

Наступною ознакою є кількість рядів зерен качана, вона є генетично обумовленою ознакою, завжди парною, у різних гібридів становить від 8 до 16 (частіше 12-14) і меншою мірою залежить від умов вирощування [282].

Вплив органічних та мінеральних добрив на кількість рядів зерен у гібриду кукурудзи Кампоні КС наведено в таблиці 5.2.

Із даних таблиці 5.2 видно, що результати досліджень повністю підтверджують дані літературних джерел про генетичний контроль кількості рядів

зерен у кукурудзи.

Таблиця 5.2

Вплив системи удобрення на кількість рядів зерен качана у гібриду кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019-2021 рр. ±Sr)

Варіант удобрення	Кількість рядів зерен качана, шт.			
	2019	2020	2021	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	14,9	14,8	14,9	14,9±0,06
Внесення води у нормі 45 т/га	15,1	15,0	15,0	15,0±0,06
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	15,0	14,8	14,9	14,9±0,10
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	15,2	15,2	15,3	15,2±0,06
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	15,2	15,2	15,3	15,2±0,06
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	15,4	15,4	15,6	15,5±0,12
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	15,5	15,4	15,6	15,5±0,10
$N_{90}P_{90}K_{90}$	15,5	15,4	15,6	15,5±0,10
$НІР_{0,05}$	0,3	0,2	0,1	0,1

В розрізі років можна відзначити, що кількість рядів зерен у 2019 році в гібриду Кампоні КС становила 14,9-15,5 шт., в 2020 році – 14,8-15,4 шт. та в 2021 році – 14,9-15,6 шт.

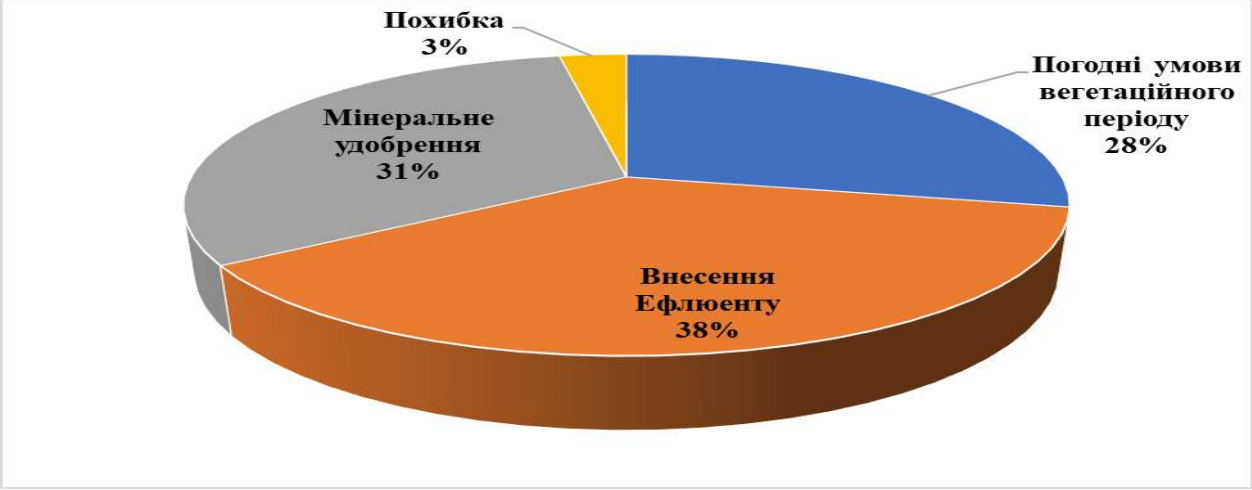


Рисунок 5.1. **Частка впливу основних факторів на кількість качанів кукурудзи**

Внесення органічних та мінеральних добрив деякою мірою покращувало значення кількості рядів зерен, але дане зростання виявилося не значним на 0,1-0,7 шт., у порівняні із контролем (без добрив та внесення води).

Більшою мірою система удобрення впливала на кількість зерен у ряду (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Вплив системи удобрення на кількість зерен в ряді у гібриду кукурудзи Кампоні КС, шт. (за 2019-2021 рр. ±Sr)

Варіант удобрення	Кількість зерен в ряді, шт.			
	2019	2020	2021	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	40,5	38,2	39,6	39,4±1,16
Внесення води у нормі 45 т/га	43,0	40,8	42,1	42,0±1,11
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	46,2	43,8	45,2	45,1±1,21
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	46,3	43,8	45,4	45,2±1,27
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	46,3	43,7	45,5	45,2±1,33
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	46,3	43,8	45,4	45,2±1,27
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	47,5	45,4	46,8	46,6±1,07
$N_{90}P_{90}K_{90}$	46,3	44,8	45,4	45,5±0,75
$НІР_{0,05}$	2,5	2,8	2,5	2,4

Кількість зерен у ряду в 2019 році в гібриду кукурудзи Кампоні КС коливалась у межах 40,5-47,5 шт., в 2020 році – 38,2-45,4 шт. та в 2021 році 39,4-46,6 шт.

Внесення біоорганічного добрива та мінеральних добрив забезпечило зростання кількості зерен в ряду, в середньому за роки досліджень, на 5,7-7,2 шт., у порівнянні із контролем, на якому значення даної ознаки становило 39,4 шт.

Що стосується років досліджень, потрібно відзначити істотне зменшення кількості зерен в ряду в 2020 році (43,0 шт.), який характеризувався стресовими умовами за кількістю опадів, порівняно із 2019 роком (45,3 шт.) та 2021 роком

(44,4 шт.). Отже, покращення забезпечення рослин макро- і мікроелементами за рахунок внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив забезпечує збільшення кількості зерен в ряду на 5,7-7,2 шт. Найбільш сприятливими для формування даної ознаки виявилися 2019 та 2021 рр., тоді як 2020 виявився стресовим за вологозабезпеченням, що в кінцевому результаті вплинуло на істотне зменшення кількості зерен в ряду (рис. 5.2).

Важливим структурним показником, який характеризує продуктивність, є маса 1000 зерен. У наших дослідженнях маса 1000 зерен у гібриду кукурудзи Кампоні КС залежала від морфологічної характеристики самого гібриду та від варіантів удобрення (табл. 5.4).

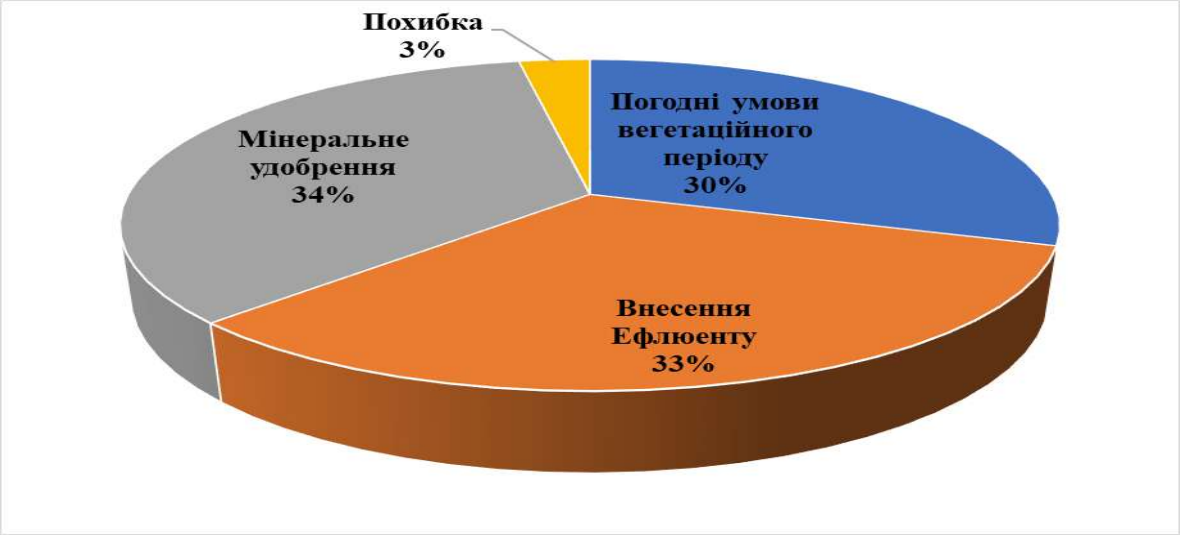


Рисунок 5.2. **Частка впливу основних факторів на кількість зерен в ряду кукурудзи**

На контрольному варіанті без добрив та поливу середньостиглий гібрид кукурудзи Кампоні КС показав найменшу масу 1000 зерен, яка становила в 2019 році – 236,8 г, в 2020 році – 218,2 г та в 2021 році – 229,3 г. Максимальне значення цього показника, порівняно із контролем, відзначили на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 303 г, 269,5 та 295,7 г, відповідно у 2019 році, 2020 та 2021 роках.

Аналізуючи значення маси 1000 зерен за роками досліджень, варто

відзначити те, що погодні умови вегетаційного періоду впливали на ефективність використання елементів живлення із добрив та ґрунту, а також впливали на значення даного показника, так, істотне зниження маси 1000 зерен відмічене в 2020 році (218,2-269,5 г), який виявився стресовим за вологозабезпеченням, у порівнянні із 2019 (236,8-303 г) та 2021 роками (228,1-289,4 г).

Таблиця 5.4

Вплив системи удобрення на масу 1000 зерен у гібриду кукурудзи Кампоні КС, г (за 2019-2021 рр. ±Sr)

Варіант удобрення	Маса 1000 зерен, г			
	2019	2020	2021	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без зрошення)	236,8	218,2	229,3	228,1±9,36
Внесення води у нормі 45 т/га	240,3	225,2	237,7	234,4±8,07
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	246,7	233,3	242,3	240,8±6,83
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	251,5	234,5	246,5	244,2±8,74
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	254,7	241,5	249,8	248,7±6,67
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	279,5	254,3	271,9	268,6±12,93
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	303,0	269,5	295,7	289,4±17,62
$N_{90}P_{90}K_{90}$	289,1	267,2	283,4	279,9±11,36
$НІР_{0,05}$	3,9	7,3	8,5	6,6

Частка впливу основних факторів на масу 1000 зерен кукурудзи відображена на рисунку 5.3.

Якщо аналізувати вплив основних факторів на формування маси 1000 зерен, то застосування мінерального удобрення виявилось ефективнішим у порівнянні з застосуванням лише біоорганічного добрива «Ефлюент». Також спостерігався значних вплив погодних умов (20 %) на дану ознаку.

Загалом же, удобрення посівів гібриду кукурудзи Кампоні КС біоорганічним добривом «Ефлюент» у нормі 55 т/га в поєднанні із мінеральним забезпечує найвище зростання маси 1000 зерен на 12,7-61,3 г в середньому за роки досліджень.

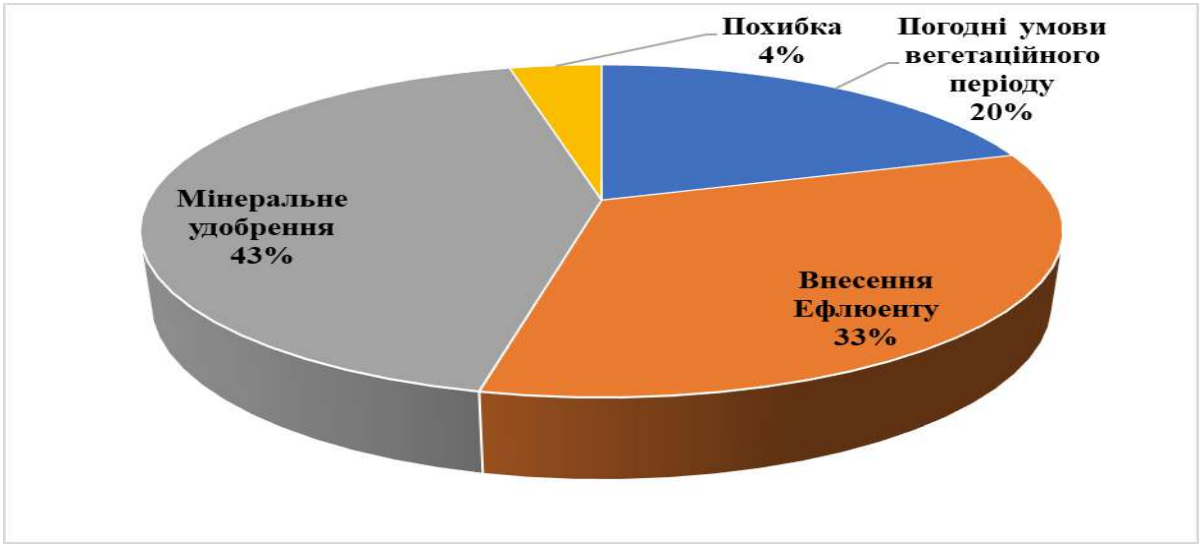


Рисунок 5.3. **Частка впливу основних факторів на масу 1000 зерен кукурудзи**

5.2. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від умов вегетації та системи удобрення

Виробництво рослинницької та овочевої продукції – це складний і витратний процес із чітким дотриманням технологічної схеми, своєчасним і якісним виконанням усіх технологічних операцій. Основним показником ефективності виробництва будь-якої культури є її урожайність. Проблеми підвищення сільськогосподарських культур на разі вирішуються за рахунок генетичного потенціалу, захисту від шкодочинних об’єктів, регуляторів і стимуляторів росту та системи удобрення [7, 14].

Урожайність, як показник ефективності технології вирощування або окремих її елементів, показує на скільки ефективним був показник засвоєння сонячної енергії рослинами, використання енергетичних ресурсів та відповідної енергетичної оцінки як безпосередньо продукції, так і технологічних складових її виробництва, переробки, утилізації [10, 13].

Система удобрення у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських та овочевих культур є одним із найбільш важливих елементів, що дозволяє істотно підвищити не лише урожайність, але й поліпшити

її якість. За результатами проведених досліджень встановлено, що поліпшення забезпечення рослин макро- та мікроелементами позитивно впливає не лише на ріст і розвиток кукурудзи, але й на рівень урожайності (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Вплив системи удобрення на урожайність гібриду кукурудзи Кампоні КС, т/га (за 2019-2021 рр. ±Sr)

Варіант удобрення	Урожайність, т/га			
	2019	2020	2021	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без поливу)	7,23	6,02	7,09	6,78±0,66
Внесення води у нормі 45 т/га	8,04	6,98	7,94	7,65±0,59
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	10,29	8,83	9,82	9,65±0,75
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	10,90	9,33	10,62	10,28±0,84
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	11,03	9,58	10,78	10,47±0,78
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	12,36	10,25	12,03	11,55±1,14
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	13,83	11,26	13,49	12,86±1,40
$N_{90}P_{90}K_{90}$	12,87	10,76	12,54	12,06±1,13
$НІР_{0.05}$	0,85	1,00	0,88	0,95

Із даних таблиці 5.5 видно, що найнижчі показники врожайності зерна гібриду кукурудзи Кампоні КС були на контрольному варіанті без добрив та поливу і в середньому за три роки склали – 6,78 т/га. Внесення біоорганічних добрив «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяло підвищенню урожайності на 2,87-6,08 т/га, порівняно із контролем.

Найвищий рівень урожайності середньостиглого гібриду Кампоні КС (12,86 т/га) отримано на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ д. р. на 1 га.

Частка впливу основних факторів на урожайність кукурудзи відображена на рисунку 5.4.

Якщо аналізувати вплив різних видів удобрення окремо, то вони практично

однаково формують рівень продуктивності кукурудзи, а от сумарно їх вплив підвищується.

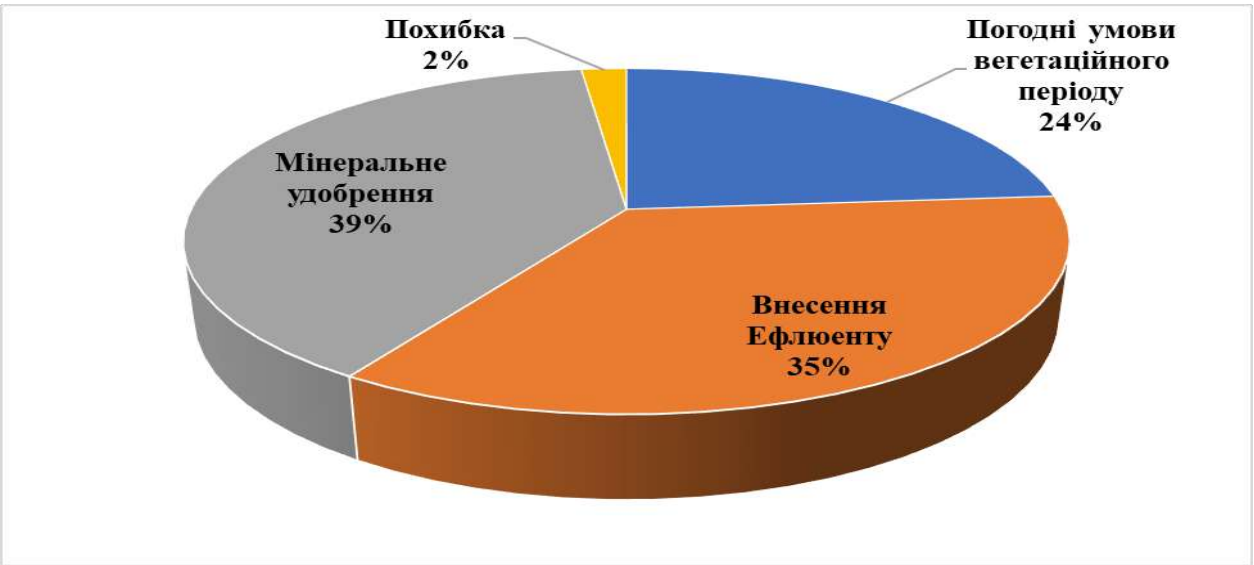


Рисунок 5.4. **Частка впливу основних факторів на врожайність кукурудзи**

За результатами проведених досліджень можна зробити попередні висновки, що за удобрення посівів гібриду кукурудзи Кампоні КС біоорганічним добривом «Ефлюент» у нормі 55 т/га та повним мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ спостерігали покращення забезпечення рослин елементами живлення, яке в кінцевому результаті забезпечило найвище значення урожайності зерна.

Визначені нами параметри впливу норми внесення «Ефлюенту» на формування врожайності кукурудзи знайшли відображення в кореляційно-регресійному рівнянні (рис. 5.5).

За наявності дуже сильного кореляційного зв’язку (r = 0,95), для прогнозування врожайності кукурудзи залежно від норми внесення «Ефлюєнту» можна використовувати рівняння: y = 0,0832x + 7,0837.

Досить важливим при визначенні ефективності вирощування кукурудзи є показник передзбиральної вологості зерна. Із даних літературних джерел [283-286] відомо, що внесення добрив може підвищувати рівень вологості зерна, що, в свою чергу, вимагає додаткових затрат на досушування.

У період збирання врожаю вологість зерна гібридів кукурудзи може

перевищувати 40 %. А висушування до кондиційної вологості 14 % на кожну тонну зерна кукурудзи вимагає затрат великої кількості енергії, 60-70 % витрат палива від загальної потреби для вирощування кукурудзи, тобто 40-60 кг на сушіння 1 т качанів та 30-35 кг – 1 т зерна. Тому у вирощуванні кукурудзи слід опиратися, в першу чергу, на зовнішньо керовані фактори, завдяки яким ми зможемо встановити оптимальні умови для росту, розвитку та дозрівання кукурудзи [14, 216].

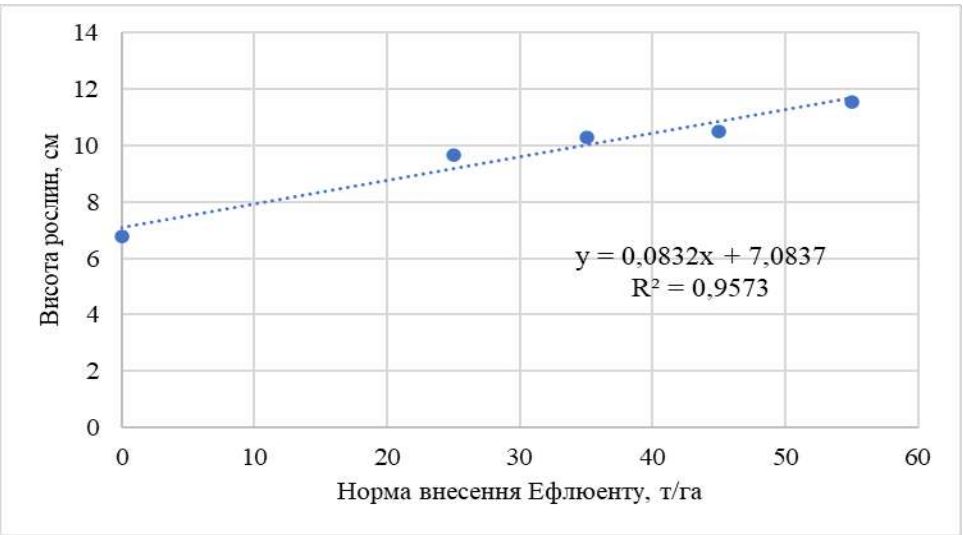


Рисунок 5.5. **Вплив норми внесення «Ефлюенту» на формування врожайності кукурудзи**

За результатами проведених досліджень встановлений вплив на рівень передзбиральної вологості зерна гібриду кукурудзи Кампоні КС внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив і їх суміші (табл. 5.6).

Із даних таблиці 5.6 видно, що найнижчий рівень передзбиральної вологості зерна гібриду кукурудзи Кампоні КС, в середньому за три роки, встановлено на контролі (без добрив та обприскування водою) – 18,8%. Застосування як органічних, так і мінеральних добрив забезпечило зростання рівня передзбиральної вологості зерна на 1,3-5,0%, порівняно із контролем.

Найвище значення вологості зерна відзначено на варіанті із застосуванням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 23,8%, що в кінцевому результаті негативно впливає на економічні показники вирощування зернової кукурудзи, оскільки вимагає додаткових затрат

на досушування.

Таблиця 5.6

Передзбиральна вологість зерна у гібриду кукурудзи Кампоні КС залежно від системи удобрення, % (за 2019-2021 рр. ±Sr)

Варіант удобрення	Вологість зерна, %			
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	середнє, ± Sr
Контроль (без добрив і без поливу)	19,6	17,2	19,5	18,8±1,36
Внесення води у нормі 45 т/га	20,1	18,9	20,0	19,7±0,67
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	20,6	19,4	20,3	20,1±0,60
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	20,9	19,7	20,4	20,3±0,60
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	21,3	19,8	21,1	20,7±0,81
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	22,5	21,7	22,4	22,2±0,44
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	24,8	22,8	23,9	23,8±0,98
$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,9	22,5	23,6	23,3±0,74
$НІР_{0.05}$	0,9	2,0	0,6	1,0

Аналізуючи рівень вологості зерна за роками досліджень, варто відзначити істотне зниження рівня передзбиральної вологості в 2020 році (17,2-22,8%), порівняно із 2019 (19,6-24,8%) та 2021 роками (19,5-23,9%), що пов’язано із високими температурними показниками та дефіцитом атмосферних опадів у 2020 році.

Отже, застосування органічних та мінеральних добрив забезпечує підвищення вологості зерна на 0,60-0,98% гібриду кукурудзи Кампоні КС, порівняно із контролем.

Важливим питанням аналізу результатів проведених досліджень є класифікація експериментальних даних для встановлення подібності або відмінності досліджуваних варіантів за допомогою багатовимірних методів аналізу.

Так, для агрономічної класифікації найбільш підходить варіант використання

кластерного аналізу з методом групування за Евклідовими відстанями (рис. 5.6).

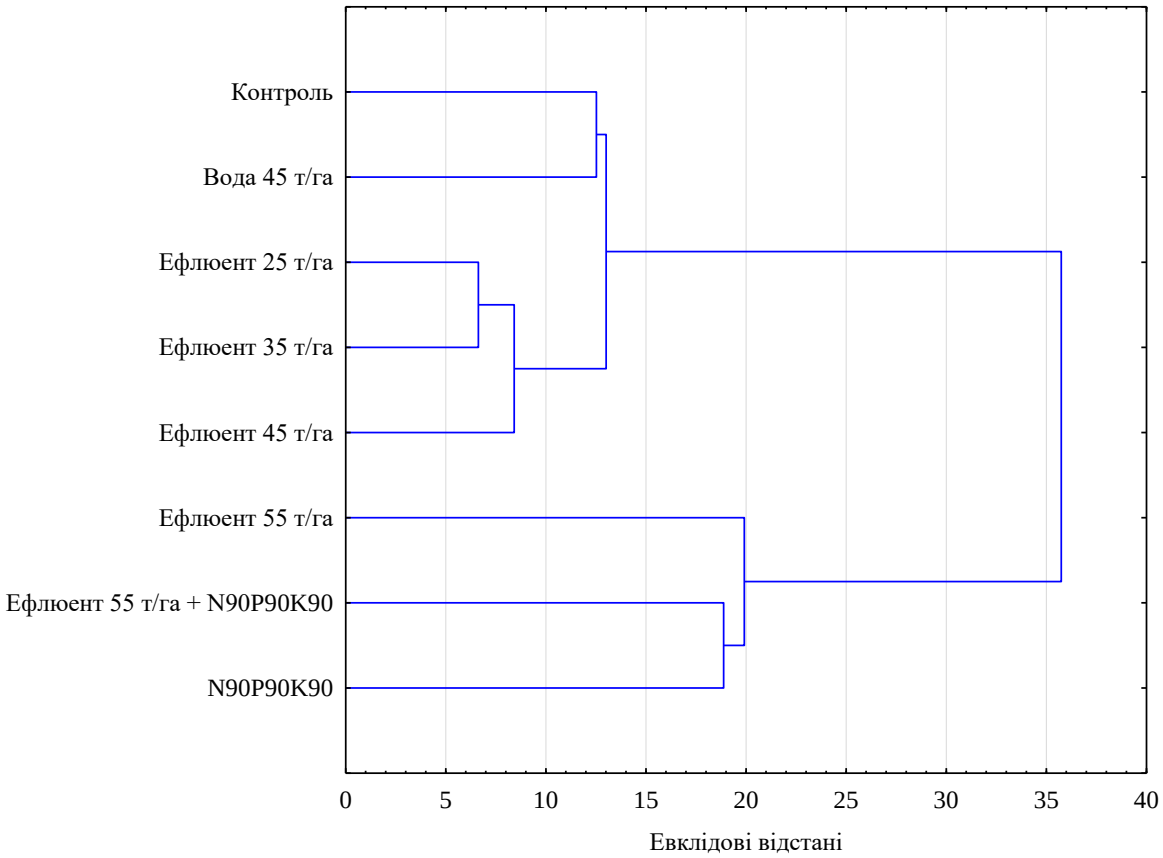


Рисунок 5.6. **Кластерний аналіз кукурудзи за комплексом господарсько-цінних показників**

Аналіз засвідчив чітку відокремленість чистого контролю та варіанту з внесенням 45 т/га води в окремому кластері. Що фактично й відзначено в досліді – як деяке підвищення біометричних показників рослин без істотного ефекту зростання рівня продуктивності та якості отримуваної продукції.

Також окремий кластер складають варіанти внесення «Ефлюєнту» з нормою 25-45 т/га. Причому рослини реагують на зростання норми внесення біоорганічного добрива прибавкою господарськоцінних ознак або ж урожайності. Однак, кластерний аналіз дозволив виявити, що норма реакції на це добриво є однаково передбачуваною, тобто можна з високим рівнем ймовірності спрогнозувати, як будуть розвиватися рослини за застосування винятково «Ефлюенту».

Досить цікавим кластером є третій, представлений варіантами застосування

мінерального добрива та поєднання його з внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент». Також до цього кластера примикає і варіант внесення «Ефлюенту» в нормі 55 т/га. Тобто за таких норм використання добрив відбувається перерозподіл структури врожаю та зміна закономірностей його формування, що веде до отримання вищого рівня продуктивності.

5.3. Структура врожаю та продуктивність гібриду моркви Болівар F_1 залежно від умов вегетації та системи удобрення

Для вирощування моркви на харчові потреби головними ознаками є довжина, діаметр, забарвлення і форма коренеплодів, до того ж застосування елементів технології вирощування може істотно впливати на довжину коренеплоду і його скоростиглість. Так, довжина коренеплодів моркви коливається від 10 до 30 см, але ця особливість дуже мінлива й залежить від вибору типу ґрунту та глибини оранки, тобто чим важчий ґрунт, тим коротші формуються коренеплоди моркви [277].

Нами було визначено показники структури врожаю коренеплодів моркви столової залежно від факторів, що вивчалися. Результати проведених досліджень показали, що забарвлення коренеплоду моркви гібриду Болівар F_1 було оранжевим і не залежало від системи застосування добрив, тобто ця ознака виявилася більш генетично детермінована. Вплив системи удобрення на характеристику морфологічної структури коренеплоду моркви Болівар F_1 наведено в таблиці 5.7.

Найбільшим діаметром коренеплоду, в середньому за три роки, характеризувалися рослини моркви гібриду Болівар F_1 за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 6,0 см. Найменший діаметр коренеплоду моркви зафіксовано на контролі – 3,6 см. Внесення добрив забезпечує зростання діаметру коренеплоду моркви на 0,6-2,4 см, в порівнянні із контролем (без добрив та внесення води).

Таблиця 5.7

Зміна структури врожаю моркви гібриду Болівар F_1 залежно від системи удобрення, (за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Діаметр коренеплоду, см				Маса коренеплоду, г			
	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Контроль (без добрив і без зрошення)	3,7	3,5	3,6	3,6	68,9	61,6	64,3	64,9
Внесення води у нормі 45 т/га	4,0	3,7	3,9	3,9	73,2	65,8	69,3	69,4
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	4,2	4,1	4,2	4,2	77,5	68,8	73,9	73,4
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	4,6	4,4	4,5	4,5	81,4	72,1	77,6	77,0
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	4,8	4,7	4,9	4,8	83,9	72,6	80,9	79,1
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	5,5	5,2	5,4	5,4	87,6	73,4	85,6	82,2
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	6,1	5,8	6,0	6,0	96,3	84,1	91,5	90,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	5,6	5,3	5,6	5,5	90,4	78,3	86,4	85,0
$НІР_{0,05}$	0,4	0,2	0,4	0,3	4,2	4,5	5,0	4,6

Досить важливе значення для формування високої продуктивності моркви має співвідношення надземної та підземної частини рослини (табл. 5.8).

Маса гички (надземної частини) моркви на контролі в середньому за три роки досліджень склала 10,3 г. За удобрення біоорганічним добривом «Ефлюент» у нормі 25 т/га вона зросла на 11,6 г, 35 т/га – на 13,7 г, 45 т/га – 15,6 г, 55 т/га – 18,3 г, за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 19,7 г, а за внесення 55 т/га «Ефлюенту» у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) на 24,0 г і була найвищою 28,6 г.

Характеризуючи співвідношення надземної і підземної частини в фазі технічної стиглості, можна відзначити, що на контролі (без добрив та внесення води) співвідношення було – 1:0,16, за використання біоорганічного добрива

«Ефлюент» воно вирівнялось і становило від 1:0,30 до 1:0,35. Найбільш активно формувалися коренеплоди та надземна частина рослини моркви за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» нормою 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$), співвідношення між надземною та підземною частинами становило – 1:0,38.

Таблиця 5.8

Біометричні показники рослин моркви столової гібриду Болівар F_1 залежно від системи удобрення, (за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Маса гички із 1 коренеплоду, г				Співвідношення надземної до підземної частини рослини			
	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Контроль (без добрив і без зрошення)	10,6	9,1	11,2	10,3	1:0,15	1:0,15	1:0,17	1:0,16
Внесення води у нормі 45 т/га	16,8	13,9	17,3	16,0	1:0,23	1:0,21	1:0,25	1:0,23
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	23,5	19,0	23,2	21,9	1:0,30	1:0,28	1:0,31	1:0,30
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	25,6	19,8	26,7	24,0	1:0,31	1:0,27	1:0,34	1:0,31
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	27,8	21,4	28,5	25,9	1:0,33	1:0,29	1:0,35	1:0,33
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	29,5	26,3	30,1	28,6	1:0,34	1:0,36	1:0,35	1:0,35
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	36,4	31,9	34,7	34,3	1:0,38	1:0,38	1:0,38	1:0,38
$N_{90}P_{90}K_{90}$	30,8	28,7	30,5	30,0	1:0,34	1:0,37	1:0,35	1:0,35
$НІР_{0,05}$	2,3	1,8	3,5	4,3	-	-	-	-

Отже, внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяє покращенню ростових процесів як надземної, так і підземної частини у гібриду моркви Болівар F_1, що в кінцевому результаті позитивно впливає на

рівень урожайності та фотосинтетичну діяльність рослинного організму.

Урожайність та показники якості коренеплодів гібриду моркви Болівар F_1 залежать від комплексу проведених агротехнічних заходів, метеоумов, системи удобрення, загальної культури землеробства та інших. Збирання коренеплодів моркви в умовах ТОВ «Органік-Д» проводили у фазі технічної стиглості до настання заморозків – з другої декади вересня до третьої декади жовтня.

Л.А. Терьохіна [287] відзначає, що зі зниженням середньодобової температури до +2…+4°С ріст коренеплодів зупиняється, а короткочасні заморозки (-1…-2°С) можуть викликати їх пошкодження. Ранні строки збирання також небажані: у теплу, суху і вітряну погоду коренеплоди в'януть та стають більш схильними до пошкодження хворобами під час зберігання.

На ряду із зростанням врожайності моркви за рахунок внесення відповідних співвідношень біоорганічних та мінеральних добрив спостерігалися зміни у виході стандартної (кондиційної) та нестандартної (некондиційної) частини коренеплодів (табл. 5.9).

Із даних таблиці 5.9 видно, що загальна врожайність гібриду моркви столової Болівар F_1 на контролі, в середньому за три роки, становила 48,70 т/га, 28,81 т/га або 59,16% – стандартна (товарна) продукція, а 19,89 т/га або 40,84% до сумарного врожаю нестандартна (некондиційна) продукція. Тобто високий вихід дрібних коренеплодів був саме на контролі.

Найбільшу загальну урожайність (67,98 т/га) моркви гібриду Болівар F_1 отримано на варіанті із внесення 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральними добривами ($N_{90}P_{90}K_{90}$), із неї 58,05 т/га коренеплодів або 85,39% до сумарного врожаю товарна продукція, і лише 9,93 т/та або 14,61% нетоварна продукція. Необхідно також відзначити істотне зростання (на 6,35-19,28 т/га) сумарного врожаю коренеплодів моркви, порівняно із контролем (без добрив та внесення води).

Частка впливу основних факторів на врожайність коренеплодів моркви відображена на рисунку 5.7.

Якщо аналізувати вплив різних видів удобрення окремо, то вони практично

однаково формують рівень урожайності коренеплодів, а от вплив погодних умов прослідковується на дещо нижчому рівні, чим у кукурудзи, що потрапила під дію несприятливих умов зростання в критичні періоди свого розвитку.

Таблиця 5.9

Вплив добрив на урожайність та товарність коренеплодів моркви столової гібриду Болівар F_1, (за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Загальна урожайність коренеплодів, т/га				Стандартна продукція		Нестандартна продукція	
	2019	2020	2021	середнє	т/га	%	т/га	%
Контроль (без добрив і без зрошення)	51,68	46,20	48,23	48,70	28,81	59,16	19,89	40,84
Внесення води у нормі 45 т/га	54,90	49,35	51,98	52,08	34,22	65,72	17,85	34,28
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	58,13	51,60	55,43	55,05	40,85	74,20	14,20	25,80
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	61,05	54,08	58,20	57,78	44,24	76,57	13,54	23,43
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	62,93	54,45	60,68	59,35	47,07	79,32	12,28	20,68
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	65,70	55,05	64,20	61,65	50,82	82,43	10,83	17,57
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	72,23	63,08	68,63	67,98	58,05	85,39	9,93	14,61
$N_{90}P_{90}K_{90}$	67,80	58,73	64,80	63,78	51,45	80,68	12,32	19,32
$НІР_{0.05}$	3,32	3,30	3,70	3,40	2,12	-	1,75	-

Вплив добрив на співвідношення товарної та нетоварної продукції в своїх дослідженнях відзначає ряд дослідників [222, 288, 289], вказуючи на те що внесення високих доз азотних добрив підвищує відсотковий вихід нестандартної фракції коренеплодів.

За результатами проведених досліджень повністю підтверджені дані літературних джерел про залежність системи удобрення і урожайності та

співвідношення товарної і нетоварної продукції.

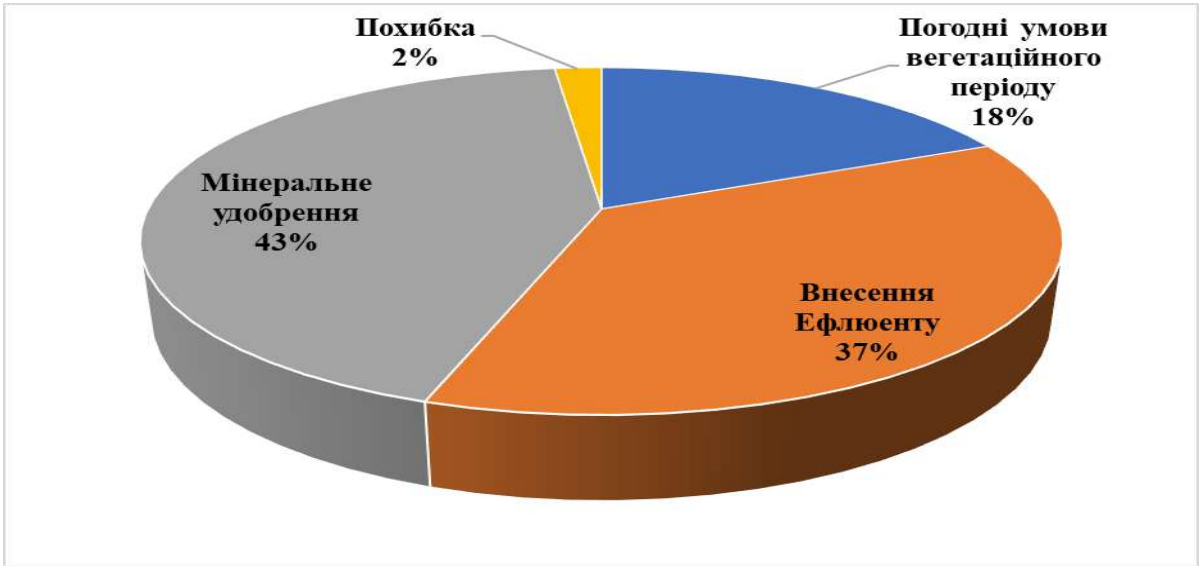


Рисунок 5.7. **Частка впливу основних факторів на врожайність коренеплодів моркви**

Отже, отримані результати вказують, що в разі зменшення врожаю культури прямо пропорційно збільшується й кількість нестандартних коренеплодів, що пов'язано з несприятливими агротехнічними факторами вирощування моркви (див. табл. 5.9). Крім того, внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ загальна урожайність коренеплодів моркви столової гібриду Болівар F_1 зростає на 6,35-19,28 т/га, а товарність на 12,04-29,24 т/га (15,04-26,23%) порівняно із контролем (без добрив та внесення води), на варіантах без добрив спостерігався найбільший у досліді відсоток коренеплодів, що тріснули та коренеплодів, уражених хворобами. Кількість механічно пошкоджених коренеплодів моркви із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив зменшувалася, що можна пояснити більшою їхньою довжиною, яка запобігає ушкодженням під час механічного збирання.

Визначені нами параметри впливу норми внесення «Ефлюенту» на формування урожайності коренеплодів моркви знайшли відображення в кореляційно-регресійному рівнянні (рис. 5.8).

За наявності дуже сильного кореляційного зв'язку (r = 0,99) для прогнозування урожайності кукурудзи залежно від норми внесення «Ефлюєнту» можна використовувати рівняння: y = 0,2354x + 48,972.

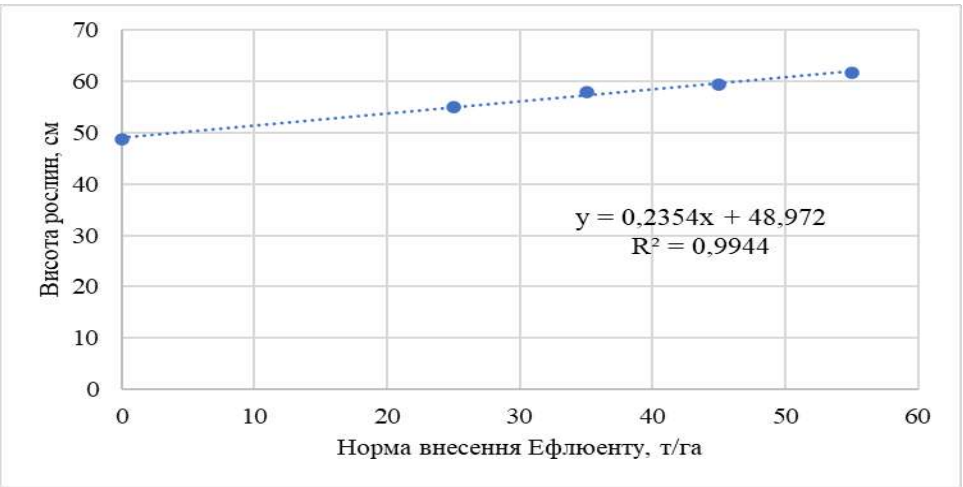


Рисунок 5.8. **Вплив норми внесення «Ефлюенту» на формування врожайності коренеплодів моркви**

Дані кластерного аналізу за методом групування за Евклідовими відстанями показані на рисунку 5.9.

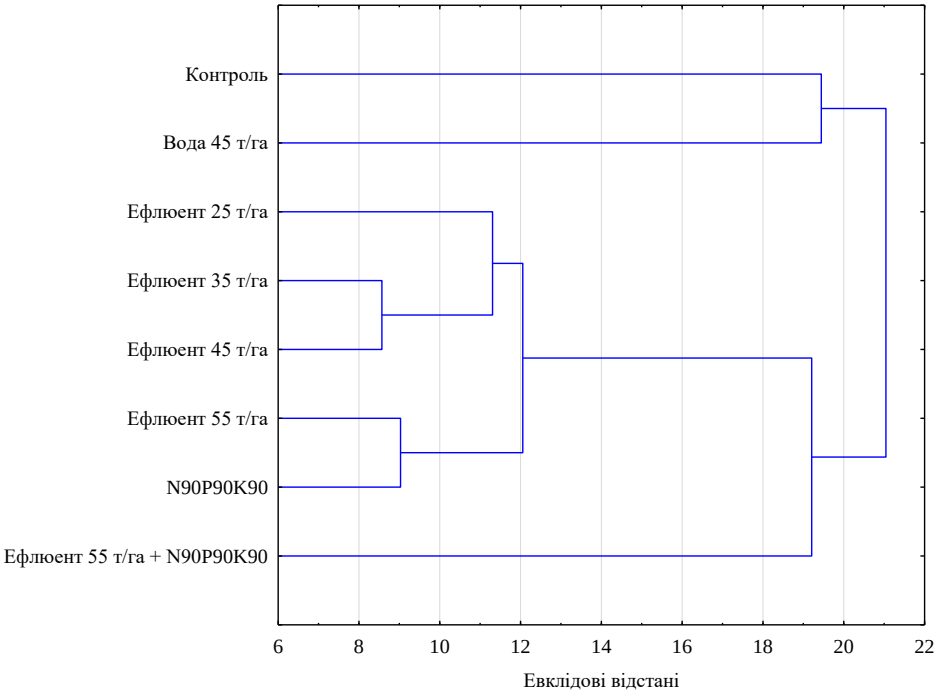


Рисунок 5.9. **Кластерний аналіз моркви за комплексом господарськоцінних показників**

Результати кластерного аналізу моркви за комплексом господарсько-цінних показників теж показують можливість виокремлення трьох кластерів. Аналогічно до результатів отриманих для кукурудзи, до першого кластеру входять варіанти контролю та обробки водою. До другого кластеру належать варіанти застосування «Ефлюєнту» в дозі від 35 до 45 т/га з примиканням до нього ж варіанту використання 25 т/га.

Однак, основні відмінності спостережено в третьому кластері. Так, близько розміщеними є варіанти окремого застосування органічного та мінерального удобрення, а от варіант поєднання органо-мінеральної системи відмінний за фізіологічним впливом на ріст і розвиток рослин моркви, що було детально описано при аналізі біологічних показників вище.

5.4. Структура врожаю та продуктивність гібриду буряків столових Кестрел F_1 залежно від умов вегетації та системи удобрення

На разі споживач надає перевагу коренеплодам столового буряка невеликих розмірів – діаметром 6-8 см, масою 200-350 г. За умови порушення технології вирощування отримуються крупні коренеплоди діаметром понад 10-12 см і масою більше 500 г, які практично майже не можливо реалізувати в торгівельних мережах. Окрім того, в таких коренеплодах різко зростає вміст нітратів [278, 279].

Результати досліджень гібриду буряків столових Кестрел F_1 на варіантах досліду, середня вага та діаметр коренеплоду наведено в таблиці 5.10.

Вимірювання діаметра коренеплодів гібриду буряку столового Кестрел F_1 у період збору врожаю вказало на відмінності у величині даного показника залежно від системи удобрення в роки досліджень (див. табл. 5.8). Найнижче значення діаметру коренеплодів формувалося на контролі (без добрив та поливу) – 6,22-6,55 см. Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив забезпечило зростання діаметра коренеплоду гібриду буряків столових Кестрел F_1 на 0,65-4,39 см, порівняно із контролем. Найвище значення діаметру коренеплоду отримано на варіанті із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі

55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ кг д. р. /га – 10,08-10,94 см.

Таблиця 5.10

Біометричні параметри коренеплодів буряка столового гібриду Кестрел F_1 залежно від системи удобрення, (за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Діаметр коренеплоду, см				Маса коренеплоду, г			
	2019	2020	2021	середнє	2019	2020	2021	середнє
Контроль (без добрив і без зрошення)	6,55	6,22	6,36	6,38	150,6	140,2	145,5	145,4
Внесення води у нормі 45 т/га	7,13	6,39	6,79	6,77	160,3	146,1	156,2	154,2
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	7,96	6,87	7,65	7,49	181,3	152,1	170,9	168,1
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	8,56	7,97	8,32	8,28	192,5	173,6	180,2	182,1
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	9,43	8,45	8,95	8,94	195,6	185,9	193,8	191,8
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	9,75	9,28	9,45	9,49	212,7	200,4	206,6	206,6
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	10,94	10,08	10,35	10,46	235,3	226,2	230,7	230,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,37	9,65	10,15	10,06	215,6	209,3	213,7	212,9
$НІР_{0,05}$	0,64	0,21	0,45	0,41	12,4	8,7	11,8	9,2

Внесення добрив також істотно впливало на формування маси коре-плодів. Так, маса коренеплодів на контролів (без добрив), в середньому за три роки досліджень, становила 145,4 г, внесення води у нормі 45 т/га забезпечило зростання маси коренеплоду на 8,8 г, внесення 25 т/га біоорганічного добрива – на 22,7 г, 35 т/га – 36,7 г, 45 т/га – 46,4 г, 55 т/га – 61,2 г, 55 т/га «Ефлюенту» + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 85,3 г та внесення лише мінерального добрива ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – на 67,5 г, порівняно із контрольним варіантом. Найвище значення маси коренеплоду отримано на варіанті із внесенням 55 т/га «Ефлюенту» у поєднанні із мінеральним добривом нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 230,7 г.

Варто відзначити, що у 2020 році через несприятливі погодні умови (дуже мала кількість природних опадів та високі температурні показники) у всіх

варіантах досліду сортів формувалися менші за розміром (6,22-10,08 см) та масою коренеплоди (140,2-226,2 г), порівняно із 2019 (6,55-10,94 см і 150,6-235,3 г) та 2021 роками (6,36-10,35 см і 145,5-230,7 г).

Отже, внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив забезпечує формування крупніших за діаметром (на 1,11-4,08 см) і за масою коренеплодів (на 22,7-85,3 г), порівняно із контролем (без внесення добрив та проведення поливу).

Рівень урожайності є основним критерієм для вибору сорту або гібриду будь-якої овочевої культури, в тому числі й столового буряка. Як загальна, так і товарна урожайність гібриду Кестрел F_1 була вищою при застосуванні біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив (табл. 5.11).

Таблиця 5.11

Вплив добрив на урожайність та товарність коренеплодів буряків столових гібриду Кестрел F_1, (за 2019-2021 рр.)

Варіант удобрення	Загальна урожайність коренеплодів, т/га				Стандартна продукція		Нестандартна продукція	
	2019	2020	2021	середнє	т/га	%	т/га	%
Контроль (без добрив і без зрошення)	64,76	60,29	62,57	62,54	37,12	59,30	25,41	40,70
Внесення води у нормі 45 т/га	68,93	62,81	67,17	66,30	40,34	60,77	25,96	39,23
Внесення «Ефлюенту» 25 т/га	77,96	65,41	73,49	72,29	45,80	63,21	26,49	36,79
Внесення «Ефлюенту» 35 т/га	82,78	74,64	77,49	78,30	53,22	67,92	25,08	32,08
Внесення «Ефлюенту» 45 т/га	84,11	79,92	83,33	82,45	62,12	75,31	20,33	24,69
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га	91,46	86,18	88,84	88,83	72,52	81,63	16,30	18,37
Внесення «Ефлюенту» 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	101,18	97,27	99,20	99,22	86,23	86,90	12,98	13,10
$N_{90}P_{90}K_{90}$	92,71	90,00	91,89	91,53	73,01	79,76	18,53	20,24
$НІР_{0,05}$	4,20	3,02	4,70	4,92	3,08	-	1,05	-

Найвищий, в середньому за три роки, як загальний (99,22 т/га), так і товарний урожай (86,23 т/га) отримано у гібриду Кестрел F_1 при застосуванні біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$), що на 9,75-36,68 та 8,68-49,11 т більше за контрольний варіант (без добрив та поливу).

Найбільш відчутно (на 27,60%) зростала товарність урожаю за біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) у гібриду Кестрел F_1 – 86,23 т/га.

Аналіз загальної урожайності за роками досліджень (див. табл. 5.11) показав, що величина цього показника на усіх варіантах досліду була вищою у 2019 (64,76-101,18 т/га) та 2021 роках (62,57-99,20 т/га), коли погодно-кліматичні умови району досліджень (насамперед, достатня кількість тепла) були оптимальними для формування продуктових органів. У 2020 році за рахунок стресових високих температур протягом вегетації буряків столових спостерігали зниження рівня загальної продуктивності (60,29-97,27 т/га) буряків столових гібриду Кестрел F_1.

Частка впливу основних факторів на урожайність коренеплодів буряків столових відображена на рисунку 5.10.

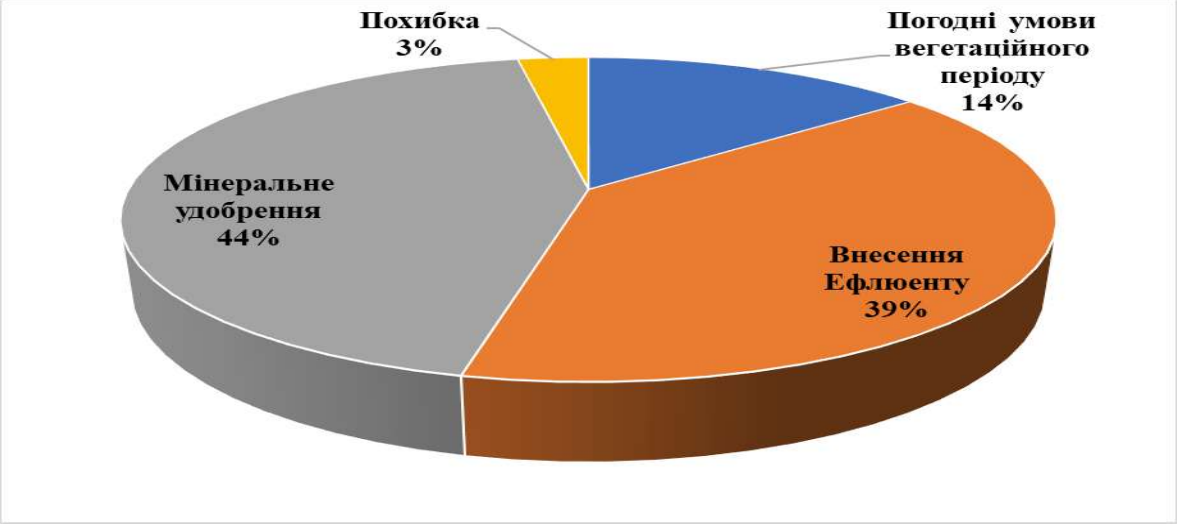


Рисунок 5.10. **Частка впливу основних факторів на урожайність коренеплодів буряків столових**

Аналогічно іншим культурам різні види удобрення практично однаково

впливають на рівень урожайності коренеплодів, а от погодні умови досить незначно коригують рівень продуктивності за умови оптимального співпадіння критичних фаз росту і розвитку культури з гарними значеннями вегетаційного періоду.

Визначені нами параметри впливу норми внесення «Ефлюенту» на формування урожайності коренеплодів буряків столових знайшли відображення в кореляційно-регресійному рівнянні (рис. 5.11).

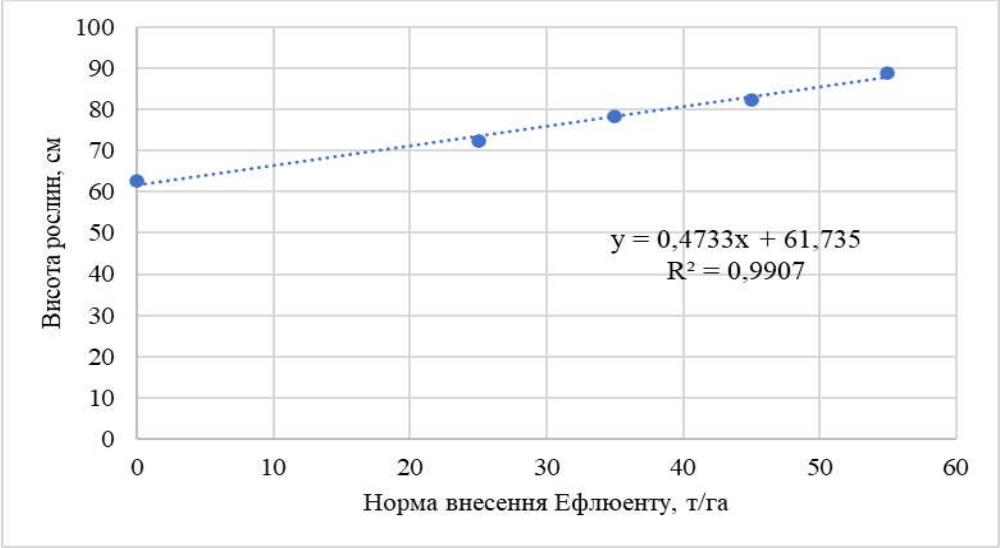


Рисунок 5.11. **Вплив норми внесення «Ефлюенту» на формування урожайності коренеплодів буряків столових**

За наявності дуже сильного кореляційного зв'язку (r = 0,99), для прогнозування урожайності кукурудзи залежно від норми внесення «Ефлюєнту» можна використовувати рівняння: y = 0,4733x + 61,735.

Відображення кластерного аналізу за методом групування за Евклідовими відстанями показано на рисунку 5.12.

Аналогічно встановленню комплексності впливів на господарсько-цінні показники попереднім досліджуваним культурам можна виокремити три кластери. В перший входить контроль та внесення води з примиканням до нього варіанта застосування «Ефлюенту» з нормою 25 т/га.

До другого кластера належать варіанти застосування «Ефлюенту» з нормою

35 та 45 т/га. А от до третього кластера входять варіанти використання максимальної норми «Ефлюенту» та мінерального удобрення. При цьому комплексна органо-мінеральна система за нормою реакції рослин перебуває відокремлено від інших варіантів досліду. Що зайвий раз підкреслює необхідність проведення досліджень з вивчення застосування органічних добрив та їх поєднання з мінеральними. Адже накопиченої раніше суми знань недостатньо, щоб спрогнозувати поведінку рослин та особливості формування ними продуктивності.

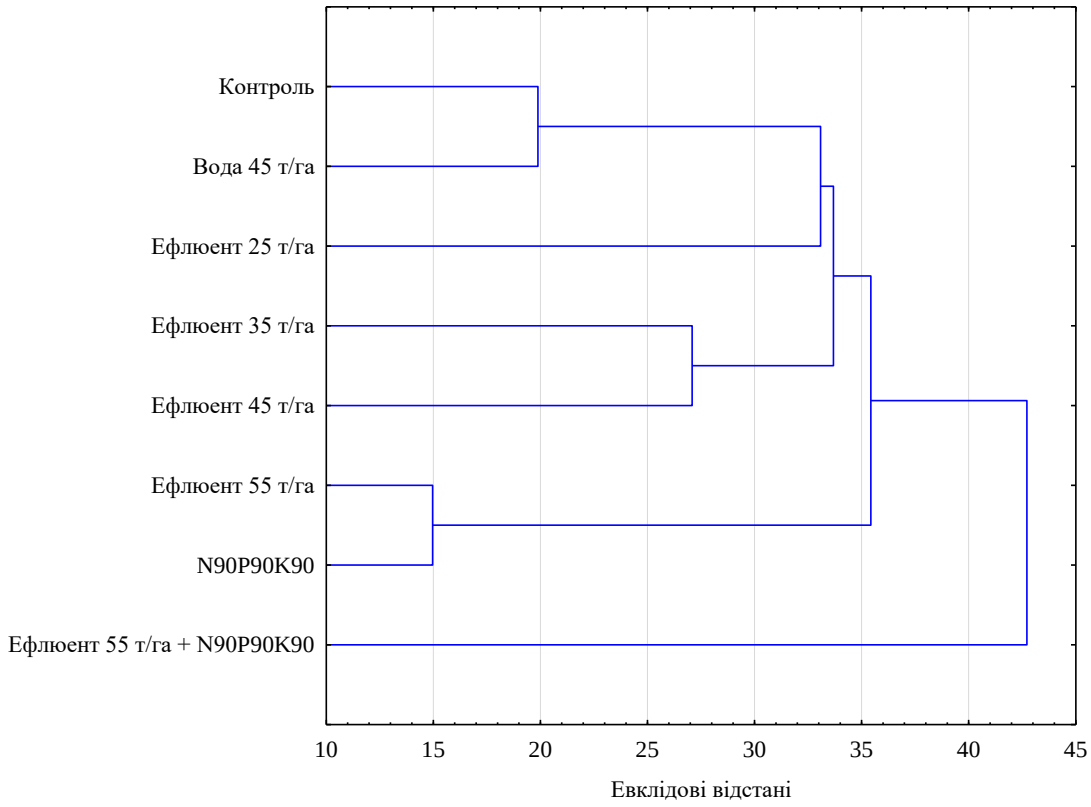


Рисунок 5.12. **Кластерний аналіз буряків столових за комплексом господарсько-цінних показників**

Висновки до розділу 5:

1. Поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення добрив сприяє збільшенню кількості качанів на рослині на 0,20-0,24 шт., в порівнянні із контрольним варіантом. Крім того, дефіцит вологи, який спостерігався в 2020 році, може істотно зменшувати кількість качанів на рослині (на 0,02-

0,09 шт.), порівняно із 2019 та 2021 роками, які характеризувалися кращою вологозабезпеченістю в період вегетації кукурудзи.

2. Внесення органічних та мінеральних добрив деякою мірою покращувало значення кількості рядів зерен, але дане зростання виявилося незначним на 0,1-0,7 шт., в порівняні із контролем (без добрив та внесення води). Кількість рядів зерен - це ознака, що є генетично детермінованою.

3. Застосування біоорганічного добрива та мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило зростання кількості зерен в ряду, в середньому за роки досліджень на 5,7-7,2 шт., в порівнянні із контролем, на якому значення даної ознаки становило 39,4 шт.

4. Максимальне значення маси 1000 зерен, порівняно із контролем, встановлено на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 303 г, 267,2 та 279,9 г, відповідно у 2019 році, 2020 та 2021 році.

5. Найнижчі показники врожайності зерна гібриду кукурудзи Кампоні КС були на контрольному варіанті без добрив та поливу і в середньому за три роки склали – 6,78 т/га. Внесення біоорганічних добрив «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяло збільшенню урожайності на 2,87-6,08 т/га або 142,3-189,6 т/га порівняно із контролем.

6. Застосування як органічних, так і мінеральних добрив забезпечує зростання рівня передзбиральної вологості зерна на 0,60-0,98%, порівняно із контролем. Найвище значення вологості зерна відмічено на варіанті із застосуванням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 23,8%, що в кінцевому результаті негативно впливає на економічні показники вирощування зернової кукурудзи, оскільки вимагає додаткових затрат на досушування.

7. Внесення добрив забезпечує зростання діаметра коренеплоду моркви на 0,6-2,4 см, в порівнянні із контролем (без добрив та внесення води).

8. Удобрення біоорганічним добривом «Ефлюент» посівів моркви у нормі 25 т/га забезпечує збільшення маси гички (надземної частини) на 11,6 г, 35 т/га –

на 13,7 г, 45 т/га – 15,6 г, 55 т/га – 18,3 г, внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 19,7 г, а внесення 55 т/га «Ефлюенту» у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) на 24,0 г. Найбільш активно формувалися коренеплоди та надземна частина рослини моркви за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» нормою 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$), співвідношення між надземною та підземною частинами становило – 1:0,38.

9. При внесенні біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ загальна урожайність коренеплодів моркви столової гібриду Болівар F_1 зростає на 6,35-19,28 т/га, а товарність на 12,04-29,24 т/га (15,04-26,23%) порівняно із контролем (без добрив та внесення води), на варіантах без добрив спостерігався найвищий у досліді відсоток коренеплодів, що тріснули та коренеплодів уражених хворобами.

10. Біоорганічне добриво «Ефлюент» та мінеральні добрива забезпечують зростання діаметра коренеплоду на 0,65-4,39 см, порівняно із контролем. Найвище значення діаметра коренеплоду отримано на варіанті із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ кг д. р. /га – 10,08-10,94 см.

11. Маса коренеплодів на контролі (без добрив), в середньому за три роки досліджень, становила 145,4 г, внесення води у нормі 45 т/га забезпечило зростання маси коренеплоду на 8,8 г, внесення 25 т/га біоорганічного добрива – на 22,7 г, 35 т/га – 36,7 г, 45 т/га – 46,4 г, 55 т/га – 61,2 г, 55 т/га «Ефлюенту» + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 85,3 г та внесення лише мінерального добрива ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – на 67,5 г, порівняно із контрольним варіантом. Найвище значення маси коренеплоду отримано на варіанті із внесенням 55 т/га «Ефлюенту» в поєднанні з мінеральним добривом нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 230,7 г.

12. Найвищий, в середньому за три роки, як загальний (99,22 т/га), так і товарний урожай (86,23 т/га) отримано у гібриду Кестрел F_1 при застосуванні біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$), що на 9,75-36,68 та 8,68-49,11 т більше за контрольний варіант (без добрив та поливу).

13. Кластеризація господарськоцінних показників досліджуваних культур дозволила виявити три групи кластерів, до першої входили варіант чистого контролю та варіант із внесенням 45 т/га. Окремий кластер, у кукурудзи, складають варіанти внесення «Ефлюенту» з нормою 25-45 т/га. А от для моркви до другого кластера належать варіанти застосування «Ефлюенту» в дозі від 35 до 45 т/га з примиканням до нього ж варіанта використання 25 т/га. У той час у буряків столових варіант застосування «Ефлюенту» з нормою 25 т/га примикає до першого кластера, а до другого кластера належать варіанти застосування «Ефлюенту» з нормою 35 та 45 т/га. Досить цікавим кластером є третій, представлений варіантами застосування мінерального добрива та поєднання його з внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент». При цьому в кукурудзи до цього кластера примикає і варіант внесення «Ефлюенту» в нормі 55 т/га. У моркви близько розміщеними є варіанти окремого застосування органічного та мінерального удобрення, а варіант поєднання органо-мінеральної системи відмінний за фізіологічним впливом на ріст і розвиток рослин.У буряків столових також до третього кластера входять варіанти використання максимальної норми «Ефлюенту» та мінерального удобрення. При цьому комплексна органо-мінеральна система за нормою реакції рослин перебуває відокремлено від інших варіантів досліду. Що зайвий раз підкреслює необхідність проведення досліджень із вивчення застосування органічних добрив та їх поєднання з мінеральними. Адже накопиченої раніше суми знань недостатньо, щоб спрогнозувати поведінку рослин та особливості формування ними продуктивності. Тобто, за таких норм використання добрив відбувається перерозподіл структури врожаю та зміна закономірностей його формування, що веде до отримання вищого рівня продуктивності.

Основні положення дисертації викладені в наукових працях [290-293].

РОЗДІЛ 6
ЕКОНОМІЧНА ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ, МОРКВИ ТА БУРЯКІВ СТОЛОВИХ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Впровадження у виробництво культури чи технології вирощування, окрім показників урожайності і якості продукції, повинне супроводжуватися й економічним обґрунтуванням. Добір економічних варіантів технології, які забезпечують окупність затрачених ресурсів з максимальною ефективністю, необхідно розробляти на основі оцінки результатів досліджень та аналізу елементів технологічного процесу. Це призведе до покращення якості продукції, зменшення обсягів виробництва та зниження виробничих витрат [294].

Кінцева оцінка заходів, які спрямовані на одержання високих врожаїв та покращення якості продукції, підтверджується їх економічною ефективністю. На сьогоднішній день жоден із товаровиробників не почне освоєння нових технологій без достовірної оцінки енерговитрат та розрахунку економічних показників [295, 296].

Серед чинників, які визначають рівень економічної ефективності вирощування овочів та кукурудзи на зерно, значне місце належить інноваційним технологічним прийомам їх вирощування, які сприяють більш повною мірою реалізовувати їх генетичний потенціал [297-299].

Одним з головних показників, що характеризують економічну ефективність виробництва, є рентабельність. Аналіз показників рентабельності дає змогу визначити, які види продукції найбільш вигідно виробляти в господарстві, де закладені найбільші можливості підвищення прибутковості виробництва. Чим вища рентабельність виробництва, тим більше можливостей у господарства здійснювати науково-технічний прогрес, всебічну інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва [300].

Ефективність будь-якої технології вирощування культури має підтверджуватися позитивним результатом аналізу економічної ефективності.

Економічна оцінка технологічного процесу виробництва дає можливість виявити конкретні можливості підвищення ефективності його роботи за допомогою певних прийомів і методів. Економічний аналіз призначений для ведення й використання безпосередньо на підприємстві і в окремих його ланках. Розгляд економічних характеристик дозволяє встановити вплив технічних, технологічних і організаційно-господарських показників з урахуванням їх впливу на техніко-економічні показники [301].

Енергетичний аналіз сучасних агроекосистем свідчить, що антропогенна енергія значною мірою визначає величину продуктивності агрофітоценозів. При аналізі потоків цієї енергії необхідно враховувати не тільки її витрати на вирощування окремих культур, але й енергоємність відновлення родючості ґрунту [302].

Технологічні процеси виробництва сільськогосподарської продукції оцінюються системою різних показників. Порівняння й узагальнення їх неможливе через різні одиниці вимірювання. Такими єдиними енергетичними показниками аналізу результатів сільськогосподарської діяльності можуть служити міжнародні одиниці енергії (калорії або джоулі) [303].

6.1. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно та овочів відкритого ґрунту

Аналіз світового досвіду показує, що висока економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур, в тому числі кукурудзи та овочів відкритого ґрунту, досягається за рахунок раціонального поєднання факторів виробництва і розміщення, спеціалізації, концентрації, інтенсифікації та високої товарності.

Наявність показників економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур дає змогу оцінити та обрати економічно вигідніший варіант технології і намітити шлях економії ресурсів і затрат енергії як загалом по технологічному потоку, так і за окремими складовими. Економічно

ефективні лише ті прийоми виробництва, які забезпечують збільшення виходу продукції з одиниці площі за невеликих затратах праці та засобів [304, 305].

За допомогою показників економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур можна вибрати економічно вигідний варіант технології і шлях можливої економії ресурсів та енергії як в цілому по технологічному процесу вирощування, так і по ефективності окремих його елементів.

Для розкриття проблеми, яка висвітлюється у дисертаційній роботі, і виконання поставлених завдань розрахунок економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно та овочів проводили на основі даних технологічних карт вирощування кожної культури (додатки $А_1$–$А_3$). Вартість паливно-мастильних матеріалів, насіння культур, засобів захисту рослин, мінеральних добрив та біоорганічного добрива «Ефлюент» розраховували станом на листопад 2021 року. Ціна реалізації 1 тонни зерна кукурудзи на біржових торгах на той час складала 5000 грн., вартість 1 тонни товарних коренеплодів моркви становила 7000 грн., а буряка столового – 8000 грн. відповідно.

Проведений економічний аналіз технологічних прийомів вирощування кукурудзи та овочів відкритого ґрунту (моркви посівної та буряка столового) показав, що на показники економічної ефективності виробництва товарної продукції – зерна та коренеплодів-суттєво впливав такий технологічний прийом вирощування, як удобрення. При його застосуванні як окремо взятого фактора було виявлено наступну закономірність: із збільшенням норм живлення зростали кількість та вартість додаткової продукції, умовно чистий прибуток з кожного гектара і відповідно рівень рентабельності.

Найнижчі показники економічної ефективності спостерігалися на контрольних варіантах, де не проводили внесення добрив під основний обробіток ґрунту. Підрахунками встановлено, що на варіантах вирощування с.-г культур, де не було удобрення, виробничі витрати для кукурудзи становили 19841,0 грн./га, моркви посівної – 96665,0 грн./га, а буряка столового – 89466,0 грн./га. При цьому чистий прибуток відповідно склав – 14059,0; 105004,0 та 207494,0 грн./га, а рівень

рентабельності – 71, 106 та 232% (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна оцінка технологій вирощування кукурудзи на зерно та столових коренеплодів залежно від удобрення (у середньому за 2019-2021 рр.)

Культура	Удобрення	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно чистий прибуток, грн./га	Собівартість 1 т продукції, грн./га	Рівень рентабельності, %
Кукурудза Кампоні КС	1*	6,78	33900	19841	14059	2930	71
	2	7,65	38267	20086	18181	2620	91
	3	9,65	48233	22969	25264	2380	110
	4	10,28	51417	24133	27284	2350	113
	5	10,46	52318	25266	27052	2410	107
	6	11,55	57733	26459	31274	2290	118
	7	12,86	64300	33604	30696	2610	91
	8	12,06	60283	29254	31029	2430	106
Морква посівна Болівар F1	1*	28,81	201670	96665	105004	3360	109
	2	34,22	239540	97084	142456	2840	147
	3	40,85	285950	98903	187047	2420	189
	4	44,24	309680	100902	208778	2280	207
	5	47,07	329490	102776	226714	2180	221
	6	50,82	355740	104681	251059	2060	240
	7	58,05	406350	118057	288293	2030	244
	8	51,45	360150	110138	250012	2140	227
Буряк столовий Кестрел F1	1*	37,12	296960	89466	207494	2410	232
	2	40,34	322720	89978	232742	2230	259
	3	45,80	366400	92669	273731	2020	295
Буряк столовий Кестрел F1	4	53,22	425760	94946	330814	1780	348
	5	62,12	496960	97037	399923	1560	412
	6	72,52	580160	99287	480873	1370	484
	7	86,23	689840	113048	576792	1310	510
	8	73,01	584080	105869	478210	1450	452

Примітка: 1 – без добрив (контроль); 2 – внесення води (45,0 м^3/га); 3 – біоодобриво «Ефлюент» (25,0 т/га); 4 – «Ефлюент» (35,0 т/га); 5 – «Ефлюент» (45,0 т/га); 6 – «Ефлюент» (55,0 т/га); 7 – «Ефлюент» (55,0 т/га) + $N_{90}P_{90}K_{90}$; 8 – $N_{90}P_{90}K_{90}$.*

Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» сприяло підвищенню врожайності зерна кукурудзи на 3,50-6,08 т/га, збільшенню умовно чистого прибутку на 12993,0-17215,0 грн./га та рівня рентабельності на 36-47%. Найвищі показники економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно спостерігали за умов внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» нормою 55,0 т/га. При внесенні даного фону добрив сума прибутку становила 31274,0 грн./га, собівартість 1 т зерна була на рівні 2290 т/га, а рівень рентабельності складав 118%.

Проведений розрахунок економічної ефективності вирощування овочевих культур – моркви посівної та буряка столового-за використання різних норм добрив свідчить, що серед варіантів, які вивчалися, максимальну ефективність забезпечували варіанти внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» нормою 55,0 т/га та повного внесення біооргано-мінерального добрива нормою 55,0 т/га дигестату + $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Підвищення рівня урожайності коренеплодів відносно контролю в даних варіантах становило 22,0-29,2 т/га у моркви посівної та 35,4-49,1 т/га у буряка столового. При цьому виробничі витрати знаходились у межах 104681,0-118057 грн./га та 99287,0-113048,0 грн./га відповідно. Умовно чистий прибуток за цими варіантами удобрення для моркви посівної становив 251059,0-288293,0 грн./га, а для буряка столового – 480873,0-576792,0 грн./га, собівартість 1 т коренеплодів склала відповідно 2030,0-2060,0 грн. та 1310-1370 грн., а рівень рентабельності складав 240-244% та 484-510%.

Таким чином, аналіз економічних показників досліджуваних елементів технології вирощування кукурудзи на зерно та овочевих культур в умовах Правобережного Лісостепу України свідчить про те, що вирощування даних культури економічно вигідне у всіх варіантах досліду.

У цілому ж за результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що підвищення економічної ефективності виробництва кукурудзи на зерно та овочевих культур при застосуванні різних норм внесення добрив досягається завдяки вагомішому позитивному впливу зростання урожайності в порівнянні з

додатковими витратами, пов’язаними із застосуванням даних агротехнічних заходів, при цьому додаткові витрати, зумовлені застосуванням добрив багатократно окупаються.

6.2. Енергетична оцінка технологій вирощування кукурудзи на зерно та овочевих культур

Унаслідок здорожчення традиційних джерел енергії та зменшення обсягу виробництва доступних для сільського господарства видів енергоносіїв набуває актуальності широке впровадження економічного обладнання, енерго- і ресурсоощадних технологій, нетрадиційних і постійно відновлюваних джерел енергії за умови зниження витрат енергії на виробництво продукції. Вибір технології вирощування у кожному аграрному господарстві залежить від природних умов навколишнього середовища, забезпеченості сільськогосподарськими машинами, транспортними засобами, сховищами, фінансовими та трудовими ресурсами а також, від енергетичних витрат [306].

Дослідженнями вчених багатьох країн світу доведено, що в сучасних умовах економія 1 т умовного палива вимагає, як правило, менших витрат, ніж приріст видобування еквівалентної його кількості. Тому необхідність оцінки енергетичної ефективності і визначення напрямів зниження енергетичних затрат на виробництво сільськогосподарської продукції є актуальною, оскільки підвищення ефективності аграрного виробництва висуває нові вимоги як до раціонального використання всіх ресурсів, так і до економії праці [307].

В умовах відносно гострого дефіциту ресурсного потенціалу важлива енергетична оцінка розроблюваних технологій або окремих їхніх елементів. Сучасні науково обґрунтовані технології вирощування сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи на зерно та столових коренеплодів, повинні бути енергоощадними та раціонально використовувати як не поновлювану, так і природну поновлювальну енергію, а також забезпечувати збереження природних екосистем [259, 308, 309].

За допомогою ринкових важелів постійно змінюються ціни на ресурси, економічна оцінка пропонованих варіантів технології не завжди може об’єктивно відобразити ефективність технології вирощування, тому велике значення в урахуванні всіх енергозатрат має облік вмісту валової й обмінної енергії, порівняння приходу енергії, акумульованої в урожаї, із сукупною енергією, витраченою на вирощування і збирання врожаю [310].

Сутність біоенергетичного аналізу заснована на тому, що ні натуральні, ні вартісні показники економічної ефективності вирощування кукурудзи на зерно не дають належного уявлення про допустимий (нормативний) і фактичний рівень загальних енерговитрат на повний обсяг механізованих робіт і затрат людської праці. Тому метою біоенергетичної оцінки досліджуваних елементів технології вирощування є визначення окупності витрат сукупної енергії, що накопичена врожаєм, а також виявлення рівня енергоємності отриманої продукції. Усі види трудових і технологічних витрат визначаються в енергетичних одиницях (еквіваленти), що відображають кількість невідновлюваної енергії, що визначається кілокалоріями або джоулями. За допомогою цього показника порівнюються технології в рослинництві й землеробстві. Крім того, біоенергетичний аналіз забезпечує більш повну оцінку окремих елементів технології вирощування, оскільки не залежить від сезонної динаміки цін на енергоносії, добрива та вартість кінцевої продукції [306].

Нами було проведено визначення оцінки енергетичної ефективності застосування різних фонів живлення в технологіях вирощування кукурудзи на зерно та овочевих культур – моркви посівної та буряка столового-за результатами наведеного вище польового досліду.

Аналіз енерговитрат на 1 га посівів кукурудзи на зерно свідчить, що найнижчі їх показники спостерігалися на контрольному варіанті (без внесення добрив) – 47,3 ГДж/га. Найвищі витрати сукупної енергії 61,2 ГДж/га відмічено на варіанті, де комплексно вносили в ґрунт мінеральне добриво у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ та біорганічне добриво «Ефлюент» (55,0 т/га), що переважало за цим показником контроль на 29,4 % (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Енергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно та столових коренеплодів залежно від удобрення (середнє за 2019-2021 рр.)

Культура	Удобрення	Отримано енергії з урожаєм, ГДж/га, Ев	Витрати енергії, ГДж/га, Ео	Приріст енергії, ГДж/га, Е	Коефіцієнт енергетичної ефективності, Кее
Кукурудза Кампоні КС	1*	99,12	47,29	51,83	2,10
	2	111,89	51,01	60,88	2,19
	3	146,01	54,03	91,98	2,70
	4	155,65	54,81	100,84	2,84
	5	158,37	55,12	103,25	2,87
	6	174,77	56,35	118,42	3,10
	7	188,01	61,21	126,81	3,07
	8	176,27	57,89	118,38	3,05
Морква посівна Болівар F1	1*	70,98	58,34	12,64	1,22
	2	75,90	60,72	15,18	1,25
	3	85,63	62,48	23,15	1,37
	4	89,87	64,08	25,79	1,40
	5	92,32	65,59	26,73	1,41
	6	98,48	67,16	31,32	1,47
	7	108,59	77,27	31,32	1,41
	8	101,88	70,43	31,45	1,45
Буряк столовий Кестрел F1	1*	125,71	75,71	49,99	1,66
	2	133,27	78,62	54,65	1,70
Буряк столовий Кестрел F1	3	145,30	81,60	63,70	1,78
	4	157,39	83,07	74,32	1,89
	5	165,73	85,26	80,47	1,94
	6	178,54	87,49	91,05	2,04
	7	199,43	99,96	99,47	2,00
	8	183,98	93,60	90,39	1,97

Примітка: 1 – без добрив (контроль); 2 – внесення води (45,0 м^3/га); 3 – біоодобриво «Ефлюент» (25,0 т/га); 4 – «Ефлюент» (35,0 т/га); 5 – «Ефлюент» (45,0 т/га); 6 – «Ефлюент» (55,0 т/га); 7 – «Ефлюент» (55,0 т/га) + $N_{90}P_{90}K_{90}$; 8 – $N_{90}P_{90}K_{90}$.*

Аналогічна ситуація спостерігалася на варіантах вирощування овочевих культур. Зі збільшенням фону живлення пропорційно зростали і витрати енергії. Так, на варіантах вирощування моркви посівної найбільші енерговитрати спостерігали на ділянках з внесенням у ґрунт мінерального добрива у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 70,4 ГДж/га та його поєднання з дигестатом (норма 55,0 т/га) – 77,3 ГДж/га, що було відповідно на 12,1-18,9 ГДж/га більше за контроль

(58,3 ГДж/га). Максимальні витрати енергії спостерігалися при вирощуванні буряка столового. Так, на неудобрюваних варіантах вони становили 75,7-78,6 ГДж/га, тоді як підвищення фону живлення призводило до збільшення витрат енергії на 9,7-32,0 ГДж/га залежно від форми та норм добрив.

Аналізуючи вище викладене, можна зробити висновок, що застосування добрив під час вирощування зерна та коренеплодів призводить до значного збільшення енергозатрат. Проте цей агроприйом одночасно забезпечує суттєве підвищення накопичення енергії з урожаєм, приріст валової енергії та збільшення коефіцієнту енергетичної ефективності.

Так, дослідженнями встановлено, що внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» забезпечувало надходження енергії з урожаєм в межах 146,0-188,0 ГДж/га, що було на 47,3-89,7% більше за контроль у посівах кукурудзи, 89,9-108,6 ГДж/га чи 26,6-53,0 % на варіантах вирощування моркви посівної та 145,3-199,4 ГДж/га чи 25,2-58,6% на дослідних ділянках вирощування буряка столового залежно від норми внесення. Максимальних показників виходу валової енергії для досліджуваних культур спостерігали на варіантах внесення дигестату нормою 55,0 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Провівши розрахунок енергетичної ефективності впливу добрив на продуктивність зерна кукурудзи та валовий вихід столових коренеплодів, ми встановили, що найбільшу віддачу отримано на варіантах із внесенням у ґрунт біоорганічного добрива «Ефлюент» нормою 55,0 т/га. Де було отримано найвищі показники коефіцієнта енергетичної ефективності: для кукурудзи на зерно – 3,10, для моркви посівної – 1,47, а для буряка столового – 2,04.

Також високих значень коефіцієнтів енергетичної ефективності набули варіанти із внесенням у ґрунт мінерального добрива нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ та біоорганічного добрива «Ефлюент» (55,0 т/га) + $N_{90}P_{90}K_{90}$. Для кукурудзи на зерно вони складали відповідно 3,05-3,07, моркви посівної – 1,41-1,45 та 1,97-2,00 на дослідних ділянках вирощування буряка столового.

Таким чином, застосування мінеральних добрив та їх поєднання з високими нормами біоорганічного добрива «Ефлюент» під кукурудзу та овочеві культури

сприяло підвищенню врожайності, але при цьому агрономічна та енергетична ефективність добрив дещо зменшилася, що суперечить принципам інтенсифікації сільськогосподарського виробництва.

У цілому ж енергетична ефективність біоорганічного добрива «Ефлюент», унесеного безпосередньо під кукурудзу на зерно, моркву посівну та буряк столовий, досить висока, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності значно перевищував одиницю, що свідчить про енергоощадність досліджуваної технології вирощування культур. Норми добрив доцільно застосовувати такі, за яких можна отримати найбільшу енерговіддачу при оптимальних витратах, забезпечивши дотримання пріоритетної політики енергозбереження в аграрному виробництві.

Висновки до розділу 6:

На основі одержаних нами результатів досліджень наведених у даному розділі, можна зробити наступні висновки:

1. Застосування біоорганічних добрив у сучасних технологіях вирощування кукурудзи на зерно та овочів відкритого ґрунту є ефективним заходом отримання додаткової продукції. Найоптимальнішого економічного ефекту при вирощуванні кукурудзи на зерно, моркви посівної та буряка столового було досягнуто від внесення в ґрунт біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55,0 т/га. Такий агроприйом при вирощуванні кукурудзи забезпечив підвищення прибутку на 17215,0 грн./га з рівнем рентабельності 118%, моркви посівної на 237000,0 грн./га з рівнем рентабельності 240%, а буряка столового на 273379,0 грн./га з рівнем рентабельності − 484%.

2. Найбільш енергетично ефективною є інтенсивна технологія вирощування кукурудзи на зерно та овочевих культур, яка передбачає внесення в ґрунт біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55,0 т/га, що забезпечило отримання показника коефіцієнту енергетичної ефективності на рівні 3,10 (кукурудза на зерно), 1,47 (морква посівна) та 2,04 (буряк столовий), що виявилося відповідно на 47,6, 20,5 та 22,9% більше порівняно з контрольними варіантами.

Результати розділу 6 опубліковані у наукових працях [308, 311].

ВИСНОВКИ

1. У дисертаційній роботі експериментально досліджено, теоретично узагальнено та вирішено наукове завдання щодо обґрунтування оптимізації системи удобрення у технології вирощування кукурудзи на зерно, моркви та буряків столових в умовах Лісостепу правобережного шляхом застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» отриманого шляхом анаеробного зброджування свинячого гною у біогазовій станції. Внаслідок вивченого елементу технології розроблено теоретичні та практичні основи сучасної адаптивної технології вирощування кукурудзи на зерно, моркви та буряків столових.

2. Встановлено, що внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» забезпечує подовження тривалості вегетаційного періоду у гібрида Кестрел F_1 (на 3-9 діб) та окремих періодів вегетації (на 1-5 діб) за рахунок поліпшення забезпеченості рослин елементами живлення, що в кінцевому результаті відображається на подовженні тривалості фотосинтетичної активності, кількості органічної речовини та продуктивності рослин. Застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив ($N_{90}P_{90}K_{90}$) на посівах моркви гібриду Болівар F_1 сприяє покращенню живлення рослин та відповідно подовженню на 6-13 днів тривалості вегетаційного періоду, порівняно із контрольним варіантом. Найбільш тривалим, в середньому за три роки досліджень, 121 добу був вегетаційний період на варіантах, де вносили біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$). Тривалість вегетаційного у гібриду кукурудзи Кампоні КС на контролі (без добрив та внесення води) становила 126 діб, а при внесенні біоорганічного добрива «Ефлюент» зростала на 3-7 діб. Найвище значення тривалості вегетаційного періоду встановлено на варіанті із внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га в поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 133 доби.

3. Встановлено, що найвище значення площі листкової поверхні у гібриду буряків столових Кестрел F_1 отримано на варіанті органо-мінеральної системи удобрення, за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$

у фазу інтенсивного росту коренеплоду – 40,56 тис. м^2/га, тому внесення добрив забезпечує зростання площі листкової поверхні на 14,84 тис. м^2/га, порівняно із контрольним варіантом, моркви гібриду Болівар F_1 – 23,62-46,72 тис. м^2/га. Внесення біоорганічного добрива на посіві гібриду кукурудзи Кампоні КС забезпечило зростання площі листкової поверхні гібриду кукурудзи у фазу 10 листків на 7,05-10,67 тис. м^2/га, у фазу викидання волоті – на 4,48-18,18 тис. м^2/га, у фазу молочно-воскової стиглості – на 4,95-19,33 тис. м^2/га та у фазу воскової стиглості – на 4,97-18,62 тис. м^2/га.

4. Найбільше значення фотосинтетичного потенціалу відмічено на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із нормою мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ для буряків столових – 3185,4 тис. м^2×діб/га, моркви – 4187,1 тис. м^2×діб/га та кукурудзи 4144,0 тис. м^2×діб/га, що пояснюється збільшенням тривалості фотосинтетичної діяльності добре розвинутих рослин та збільшенням площі їх листкової поверхні завдяки внесенню оптимальної кількості макро- і мікроелементів із добривами.

5. Поліпшення надходження до рослинного організму макро- та мікроелементів за рахунок застосування органо-мінеральних добрив забезпечує збільшення кількості листків у кукурудзи на 0,8-2,0 шт., моркви – 0,75-7,25 шт., буряків столових – 0,4-3,6 шт., в порівнянні із контрольним варіантом (без добрив).

6. Встановлено, що на удобрених ділянках висота рослин зростала у гібриду буряків столових Кестрел F_1 – на 8,3-17,3 см, гібриду моркви Болівар F_1 – на 4,0-11,6 см та у гібриду кукурудзи Кампоні КС на 25,7-66,9 см, порівняно із контролем (без добрив та води). Найбільшу висоту рослин відмічали на варіанті із застосуванням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90,}$ і вона становила у гібриду буряків столових Кестрел F_1 – 45,9 см, гібриду моркви Болівар F_1 – 45,3 см та у гібриду кукурудзи Кампоні КС – 297,6 см.

7. Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяє збільшенню висоти кріплення качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС на 2,9-13,9 см, порівняно із контролем (без добрив та використання води). Найбільше значення

висоти кріплення, як і загальної висоти рослин, отримано на варіанті із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га та мінерального добрива $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 102,1 см.

8. Поліпшення умов живлення рослин кукурудзи за рахунок внесення добрив сприяє збільшенню кількості качанів на рослині на 0,20-0,24 шт., в порівнянні із контрольним варіантом. Крім того, дефіцит вологи, який спостерігався в 2020 році, може істотно зменшувати кількість качанів на рослині (на 0,02-0,09 шт.) порівняно із 2019 та 2021 роками, які характеризувалися кращою вологозабезпеченістю в період вегетації кукурудзи. Внесення органічних та мінеральних добрив деякою мірою покращувало значення кількості рядів зерен, але дане зростання виявилося не значним на 0,1-0,7 шт., у порівняні із контролем (без добрив та внесення води). Кількість рядів зерен - це ознака, яка є генетично детермінованою.

9. Застосування біоорганічного добрива та мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечило зростання кількості зерен в ряду, в середньому за роки досліджень, на 5,7-7,2 шт., в порівнянні із контролем, на якому значення даної ознаки становило 39,4 шт. Максимальне значення маси 1000 зерен, порівняно із контролем, встановлено на варіанті із внесенням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 303 г, 267,2 та 279,9 г, відповідно у 2019 році, 2020 та 2021 роках.

10. Найнижчі показники врожайності зерна гібриду кукурудзи Кампоні КС були на контрольному варіанті без добрив та поливу і в середньому за три роки склали – 6,78 т/га. Внесення біоорганічних добрив «Ефлюент» та мінеральних добрив сприяло збільшенню урожайності на 2,87-6,08 т/га, або 142,3-189,6 т/га порівняно із контролем. Застосування як органічних, так і мінеральних добрив забезпечує зростання рівня передзбиральної вологості зерна на 0,60-0,98%, порівняно із контролем. Найвище значення вологості зерна відмічено на варіанті із застосуванням 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 23,8%, що в кінцевому результаті негативно впливає на економічні показники вирощування зернової кукурудзи, оскільки

вимагає додаткових затрат на досушування.

11. Внесення добрив забезпечує зростання діаметра коренеплоду моркви на 0,6-2,4 см, в порівнянні із контролем (без добрив та внесення води). Удобрення біоорганічним добривом «Ефлюент» посівів моркви у нормі 25 т/га забезпечує збільшення маси гички (надземної частини) на 11,6 г, 35 т/га – на 13,7 г, 45 т/га – 15,6 г, 55 т/га – 18,3 г, внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ – на 19,7 г, а внесення 55 т/га «Ефлюенту» у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$) на 24,0 г. Найбільш активно формувалися коренеплоди та надземна частина рослини моркви за внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» нормою 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$), співвідношення між надземною та підземною частинами становило – 1:0,38.

12. Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент» та мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ загальна урожайність коренеплодів моркви столової гібриду Болівар F_1 зростає на 6,35-19,28 т/га, а товарність на 12,04-29,24 т/га (15,04-26,23%), порівняно із контролем (без добрив та внесення води), на варіантах без добрив спостерігався найвищий у досліді відсоток коренеплодів, що тріснули та коренеплодів уражених хворобами.

13. Біоорганічне добриво «Ефлюент» та мінеральні добрива забезпечують зростання діаметра коренеплоду на 0,65-4,39 см, порівняно із контролем. Найвище значення діаметра коренеплоду отримано на варіанті із внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ кг д. р. /га – 10,08-10,94 см.

14. Маса коренеплодів на контролі (без добрив), в середньому за три роки досліджень становила 145,4 г, внесення води у нормі 45 т/га забезпечило зростання маси коренеплоду на 8,8 г, внесення 25 т/га біоорганічного добрива – на 22,7 г, 35 т/га – 36,7 г, 45 т/га – 46,4 г, 55 т/га – 61,2 г, 55 т/га «Ефлюенту» + $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 85,3 г та внесення лише мінерального добрива ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – на 67,5 г, порівняно із контрольним варіантом. Найвище значення маси коренеплоду отримано на варіанті із внесенням 55 т/га «Ефлюенту» у поєднанні із мінеральним добривом нормою $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 230,7 г.

15. Найвищий, в середньому за три роки, як загальний (99,22 т/га), так і товарний урожай (86,23 т/га) отримано у гібриду Кестрел F_1 при застосуванні біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55 т/га у поєднанні із мінеральним добривом ($N_{90}P_{90}K_{90}$), що на 9,75-36,68 та 8,68-49,11 т більше за контрольний варіант (без добрив та поливу).

16. Кластеризація господарськоцінних показників досліджуваних культур дозволила виявити три групи кластерів, до першої входили варіант чистого контролю та варіант з внесенням 45 т/га. Окремий кластер, у кукурудзи, складають варіанти внесення «Ефлюенту» з нормою 25-45 т/га. А от для моркви до другого кластера належать варіанти застосування «Ефлюенту» в дозі від 35 до 45 т/га з примиканням до нього ж варіанта використання 25 т/га. В той час як в буряків столових варіант застосування «Ефлюенту» з нормою 25 т/га примикає до першого кластера, а до другого кластера належать варіанти застосування «Ефлюенту» з нормою 35 та 45 т/га. Досить цікавим кластером є третій, представлений варіантами застосування мінерального добрива та поєднання його з внесенням біоорганічного добрива «Ефлюент». При цьому в кукурудзи до цього кластера примикає і варіант внесення «Ефлюенту» в нормі 55 т/га. А от у моркви близько розміщеними є варіанти окремого застосування органічного та мінерального удобрення, а варіант поєднання органо-мінеральної системи відмінний за фізіологічним впливом на ріст і розвиток рослин. У буряків столових також до третього кластера входять варіанти використання максимальної норми «Ефлюенту» та мінерального удобрення. При цьому комплексна органо-мінеральна система за нормою реакції рослин перебуває відокремлено від інших варіантів досліду. Що зайвий раз підкреслює необхідність проведення досліджень з вивчення застосування органічних добрив та їх поєднання з мінеральними. Адже накопиченої раніше суми знань недостатньо, щоб спрогнозувати поведінку рослин та особливості формування ними продуктивності. Тобто, за таких норм використання добрив відбувається перерозподіл структури врожаю та зміна закономірностей його формування, що веде до отримання вищого рівня продуктивності.

17. Застосування біоорганічних добрив у сучасних технологіях вирощування кукурудзи на зерно та овочів відкритого ґрунту є ефективним заходом отримання додаткової продукції. Найоптимальнішого економічного ефекту при вирощуванні кукурудзи на зерно, моркви посівної та буряка столового, було досягнуто від внесення в ґрунт біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55,0 т/га. Такий агроприйом при вирощуванні кукурудзи забезпечив збільшення прибутку на 17215,0 грн./га з рівнем рентабельності 118%, моркви посівної на 237000,0 грн./га з рівнем рентабельності 240%, а буряка столового на 273379,0 грн./га з рівнем рентабельності − 484%.

18. Найбільш енергетично ефективною є інтенсивна технологія вирощування кукурудзи на зерно та овочевих культур, яка передбачає внесення в ґрунт біоорганічного добрива «Ефлюент» у нормі 55,0 т/га, що забезпечило отримання показника коефіцієнта енергетичної ефективності на рівні 3,10 (кукурудза на зерно), 1,47 (морква посівна) та 2,04 (буряк столовий), що виявилося відповідно на 47,6, 20,5 та 22,9% більше порівняно з контрольними варіантами.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Лісостепу правобережного для отримання максимальної урожайності зерна гібриду кукурудзи Кампоні КС (11,26-13,83 т/га), коренеплодів моркви гібриду Болівар F_1 (63,08-72,23 т/га) та гібриду буряків столових Кестрел F_1 (97,27-101,18 т/га) з високою якістю продукції агроформуванням різних форм власності рекомендується:

- проводити внесення 55 т/га біоорганічного добрива «Ефлюент» у поєднанні із мінеральним добривом у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ д. р. на 1 га у передпосівну культивацію, що забезпечить найвище значення тривалості вегетаційного періоду гібриду кукурудзи Кампоні КС – 133 доби, значення площі листової поверхні у гібриду буряків столових Кестрел F_1 – 5,49 тис. м^2/га та гібриду моркви Болівар F_1 – 17,94 тис. м^2/га, оптимальне значення архітектоніки рослин досліджуваних культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Вступ

1. Гангур В.В. Вплив мінеральних та органічних добрив на урожай кукурудзи на зерно. *Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту*. 2002. №1. С. 21-27.

2. Мащенко Ю.В., Гайденко О.М. Вплив систем удобрення та мікробного препарату на врожайність гречки в умовах північного Степу України. *Сучасний стан та перспективи розвитку аграрного сектору України. (Актуальні проблеми розвитку аграрного сектору України)*. *Збірник наукових праць*. Ніжин, 2018. Вип. 10. С. 140-152.

3. Корнієнко С. І., Гончаренко В. Ю., Ходєєва Л. П., Гладкіх Р. П., Парамонова Т. В., Куц О. В., Горова Т.К., Кормош С. М., Гордієнко І. М., Колтунов В. А., Пащенко В. Ф., Іллюшенко Г. Я.: [за ред. В. Ю. Гончаренка і С. І. Корнієнка]. Удобрення овочевих та баштанних культур: Монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 370 с.

Огляд літератури

4. Мірошниченко М.М., Гладкіх Є.Ю., Ревтьє-Уварова А.В., Панасенко Є.В., Звонар А.М., Сорокотяга Г.В., Коваленко С.С., Смиченко В.М. Оптимізація живлення сільськогосподарських культур (optimization of agricultural crops nutrition). *Агрохімія і грунтознавство.* 2018. № 87. С. 82-91.

5. Панчул Ю. Использование органических удобрений в США. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.gardenia.ru/pages/ pochva_ 011.htm.

6. Марчук І.У., Макаренко В.М., Розстальний В.Є., Савчук А.В., Філонов Є.А. Добрива та їх використання довідник. Посібник українського хлібороба. Київ: «Академдрук». 2012. 348 с.

7. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алєксєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с.

8. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій (2-ге видання виправ. та допов.). Вінниця: ФОП

Рогальська І.О., 2012. 370 с.

9. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедіктов О.М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Данилюк, 2011. 432 с.

10. Паламарчук В.Д., Климчук О.В., Поліщук І.С., Колісник О.М., Борівський А.Ф. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.

11. Пастернак В. Елементи мінерального живлення рослин. 2015. УкрАгроРесурс. 30 с.

12. Божеданевич Ю. Баланс важливіше максимуму. *Агробізнес сьогодні*. 2010. № 21/22(197). С. 36-37.

13. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Біологія т екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця: ФОП Данилюк, 2013. 636 с.

14. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.

15. Заришняк А.С., Іваніна В.В., Колібабчук Т.В. Оптимізація удобрення зернових культур у зерно-буряковій сівозміні. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 15-17.

16. Ярошко М. Марганець та цинк значення мікроелементів у живленні рослин. *Агроном*. 2014. № 1(43). С. 30-32.

17. Санін Ю.В., Санін В.А., Санін О.Ю. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агроном*. 2015. №4(50). С. 31-33.

18. Адаменко С.М., Машинник С.В. Застосовуйте «Нутрі вант Плюс™» та отримуйте щедрий врожай кукурудзи. *Агроном*. 2008. № 2(20). С. 10-12.

19. Ямковий В. Добрива «Росток» ефективний спосіб забезпечення рослин кукурудзи та соняшнику поживними елементами. *Агроном*. 2014. № 2(44). С. 29.

20. Бендер Р.Р., Хаегеле Дж.В., Руффо М.Л. и Белоу Ф.Е. Динамика поглощения элементов питания современными гибридами кукурузы. *Агроном*. 2015. №1(47). С. 122-128.

21. Паламарчук В.Д. Вплив застосування бактеріального добрива «Біомаг» на

продуктивність гібридів кукурудзи. *Збірник наукових праць Присвячується 30-річчю створення ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2012. № 63 Вип. 4. С. 14-23.

22. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Паламарчук О.Д. Вплив системи удобрення на стійкість гібридів кукурудзи до стеблового кукурудзяного метелика. *Збірник наукових праць «Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків»*. Київ, 2013. Вип. 17 (том І). С. 240-244.

23. Крамарьов С.М., Шевченко М.С., Шевченко В.М. Позакореневе підживлення посівів гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Бюлетень інституту зернового господарства*. 2000. № 12-13. С. 36-39.

24. Коваленко О.А., Ковбель А.І. Вплив елементів живлення на стресовий стан польових культур. *Агроном*. 2013. № 2(40). С. 24-27.

25. Санін Ю.В. Листкове підживлення мікродобривами «Басфоліар», «Адоб макро + мікро» та «солю» – високорентабельний елемент технології вирощування соняшнику, кукурудзи, сої та інших культур. *Агроном*. 2013. № 2(40). С. 36-39.

26. Грицаєнко З.М., Дімчев В.А. Новітні хелати мікроелементний комплекс «Аватар -1». *Агроном*. 2013. № 2(40). С. 48-49.

27. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Паламарчук О.Д. Енергетична ефективність вирощування зернової кукурудзи залежно від позакореневих підживлень в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки.* Вінниця, 2014. № 83, Вип. 6. С. 63-71.

28. Надь Яношь. Кукуруза. Вінниця.: ФОП Д.Ю. Корзун, 2012. 580 с.

29. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на кількість качанів у гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки. Рослинництво, кормо виробництво*. 2018, №8 (785). С. 24-32.

30. Сметанська І.М. Фізіолого-агрохімічні аспекти формування врожаю та якості кукурудзи на силос. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця, 2000. Вип. 7. С. 57-65.

31. Крамарев С.М., Красненков С.В., Леринец Ф.А., Коцюбан А.И. Влияние погодных условий, предшественников, основной обработки почвы, доз, сроков и способов внесения удобрения на продуктивность и содержание белка в зерне

кукурузы в условиях степной зоны Украины. *Корми і кормовиробництво міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вінниця, 2008. № 62. С. 197-203.

32. Господаренко Г. Удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2010. №10(185). С. 18-19.

33. *Лагутенко* О.*Т. Агроекологія: навчальний* посібник. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. 206 *с.*

34. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 312 с.

35. Минкін М.В., Берднікова О. Г., Минкіна Г.О. Формування продуктивності кукурудзи на зерно залежно від живлення та густоти стояння в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво*. 2019. № 106. С. 103-109.

36. Романенко М. Технологія вирощування кукурудзи. Рекомендації. KWS 150-річний досвід в селекції і насінництві сільськогосподарських культур. 2010. 58 с.

37. Логінова І.В., Мартинюк О.С. Результати випробування композиційного азотного добрива пролонгованої дії з водоутримуючим ефектом у лабораторному досліді. *Сільськогосподарські науки*. 2011. Вип. 9(49). С. 25-34.

38. Поліщук Л.К. Фізіологія рослин. К.: Вища школа, 1971. 400 с.

39. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Вплив позакореневих підживлень на формування площі листової поверхні гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2018. Вип. 2. С. 32-38.

40. Коренева Г.В., Гатаулина Г.Г., Зинченко А.И. и др. Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1988. 301 с.

41. Городній М.М., Павлик Р.М. Вплив систематичного використання добрив в сівозміні на формування асиміляційного апарату посівів та продуктивність кукурудзи на силос. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2010. № 149. С. 54-60.

42. Городний Н.М. Агрохимия. К.: Вища школа, 1990. 288 с.

43. Городній М.М., Мельник С.І., Маліновський А.С. та ін. Агрохімія. К.:

Алефа, 2003. 778 с.

44. Манько Ю.П., Литвиненко І.В. Вплив екологізації землеробства на баланс поживних речовин ґрунту в полі кукурудзи на зерно. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2011. № 162. С. 50-55.

45. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.

46. Щоткін В. Цариця полів. *Зерно*. 2013. № 4. С. 160-163.

47. Крамарьов С. Живлення через листок. *Farmer*. 2013. № 5. С. 38-40.

48. Ярошко М., др. Ханса-Георга. Значення фосфору у живленні сільськогосподарських культур. *Агроном*. 2013. № 3. С. 30-32.

49. Адиньев Э.Д. Возделывание кукурузы при орошении. М.: ВО «Агропромиздат», 1988. 276 с.

50. Ковбаль А., Полянчиков С. Функциональные удобрения – некоторые детали от производителя. *Агроном*. 2012. № 2(36). С. 32-33.

51. Марчук І. Живлення та оптимальне удобрення кукурудзи. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 74-77.

52. Корчагіна І. Польовий раціон для кукурудзи. *Agroexpert: практичний посібник аграрія*. 2011. № 5. С. 14-17.

53. Фукс К., Кастет Й. Кукурудза. Сучасні технології АПК. Вирощування основних сільськогосподарських культур. Київ, 2010. С. 68-83.

54. Коваленко О., Поляничников С.П., Ковбель А.І. Шляхи підвищення коефіцієнту засвоєння поживних елементів. *Агроном*. 2015. №1(47). С. 28-29.

55. Синтия Грант (Cynthia Grant). Влияние удобрений на окружающую среду и безопасность пищевых продуктов. *Зерно*. 2015. №6(111). С. 102-107.

56. Слухай С.И. Водный режим и минеральное питание кукурузы. К.: Наукова дума, 1974. 248 с.

57. Третяков Н.Н., Шкурнела И.А. Справочник кукурузовода. М.: Россельхозиздат, 1979. 190 с.

58. Лихочвор В. Система удобрення кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*, 2014. № 8. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.agro-business.com.ua.

59. Давиденко О. Рекомендації по технології вирощування цукрової кукурудзи. *Настояний хозяин.* 2008. № 3. С. 6-9.

60. Нікішенко В., Шелудько О., Ігнатенко В. Перспективи вирощування кукурудзи та сої на зрошуваних землях півдня України. *Агроном*. 2008. №2. С. 147-149.

61. Мірошниченко М., Гладкіх Є. Агротехніка за стресових умов. *Farmer (the ukrainian)*. 2015. №10 (70). С. 36-39.

62. Лихочвор В. Демчишин А. У сучасних технологіях – особлива увага Магнію. *Зерно*. 2015. №12 (117). С. 112-116.

63. Лихочвор В.В., Демчишин А.М. У сучасних технологіях – особлива увага Магнію. *Famer the Ukrainian*. 2016. №1(73). С. 36-39.

64. Карасюк І.М., Геркіял О.М., Господаренко Г.М., Коларьков Ю.В., Копитко П.Г. Агрохімія. К.: Вища школа, 1995. 471 с.

65. Хит О. Фотосинтез (Физиологические аспекты). / Перевод с английского Г.С. Гришиной, А.Н. Крупенко, М.К. Николаевой. Под. ред. Л.Н. Белла. М.: Издательство «Мир», 1972. 324 с.

66. Волошин М. Д., Черненко Я. М., Іванченко А. В., Олійник М. А. Технологія неорганічних речовин. Частина 3. «Мінеральні добрива». Навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. 354 с.

67. Доломанов О.М. Сучасні мікродобрива та інокулянти від ТОВ НВФ «Агро світ». *Зерно*. 2015. №3(108). С. 194.-195.

68. Ростоцький О. Біологічні препарати в технології вирощування кукурудзи. *Аграрник*. 2014. № 8. С. 16.

69. Санін Ю.В. Вітаміни для рослин! Максимальне розкриття потенціалу гібридів кукурудзи компанії «Монсанто» завдяки застосуванню позакореневого підживлення добривами «Басфоліар» компанії «Адоб». *Агроном*. 2011. № 4 (34). С. 28-29.

70. Санін В. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами. *Пропозиція*. 2011. № 5. С. 62-63.

71. Анспок П.И. Микроудобрения. Л.: Агропромиздат, 1990. 268 с.

72. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

73. Радченко Л.А., Женченко К.Г. Популярно о микроминеральных удобрениях. *Агроном*. 2012. № 2(36). С. 26-28.

74. Труфанов О.В. Природный поход: микроудобрения на основе органических кислот. *Агроном*. 2012. № 2(36). С. 34-35.

75. Санін Ю.В. Європейський лідер у галузі інновацій, розробки та виробництва мікродобрив компанія ППЦ «АДОБ» у світі та Україні. *Хімія. Агрономія. Сервіс.* 2011. № 1. С. 12-13.

76. Білоконь О.А. Вплив застосування препаратів Віталист, Неофіт та Оазис на накопичення важких металів зеленою масою кукурудзи. *Агро-екологічний журнал*. 2014. № 2. С. 107-111.

77. Кутолей Д. Хелантні мікродобрива у питаннях та відповідях. *Агроном*. 2012. № 2(36). С. 24-25.

78. Гаврилюк В.А., Абрамович О.В., Повх О.В. Мікродобрива «Аватар-1» на варті вашого врожаю. *Агроном*. 2014. № 1(43). С. 40-41.

79. Марчук І.У., Ящєнко Л.А. Застосування тукосумішей в сільському господарстві України. *Агроном*. 2013. № 2(40). С. 30-34.

80. Плотніков В. Вітази – завжди у виграші з ним! *Пропозиція*. 2014. № 3. С. 92-93.

81. Пейве Я.В. Микроэлементы и ферменты. Рига: Издво АН Латвийской ССР, 1960. 136 с.

82. Санін Ю.В. Листкове підживлення мікродобривами «Басфоліар», «Адоб Макро + Мікро» та «Солю» – високорентабельний елемент технології вирощування соняшнику, кукурудзи, сої та інших культур. *Агроном*. 2014. № 1. С. 36-39.

83. Санін Ю. Листове підживлення мікродобривами «Басфоліар», «АДОБ Макро + Мікро» та «Солю» - високорентабельний елемент технології вирощування сої, кукурудзи та інших культур. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 5. С. 17.

84. Гончаров А. Не сыпь мне соль на корень… Могут ли минеральные удобрения… навредить. *Зерно*. 2015. № 6(111). С. 85-94.

85. Mitchell C.D., Fretz T. A. Cadmium and zinc toxicity in white pine, red malp and norway spruce. *J. Soc. Hort. Sci*. 1977. Vol. 102. P. 25-42.

86. Фатєєв А. І., Булигін С. Ю. Мікроелементи в сільському господарстві. Харків, 2001. 64 С.

87. Фатеев А.И., Захарова М.А. Основы применения микроудобрений. Х., 2005. 342 с.

88. Алексеев Д. Другими веществами заменить нельзя. *Зерно*. 2006. С. 42-44.

89. Лихочвор В.В. Рослинництво. Львів: Афіша, 2004. С. 283-307.

90. Червонная Т. Дефицит фосфора? Нет, магния! *Зерно*. 2013. № 5. С. 100-104.

91. Благовещенская З.К. Интенсивное производство зерна. / Перевод с чешского З.К. Благовещенской. М.: Агропромиздат, 1985. 429 с.

92. Господаренко Г.М. *Агрохімія*: підручник. К.: ТОВ. «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. 476 с.

93. Вильфрид Цорн. Диагностика симптомов истощения. *Агроном*. 2015. №2(48). С. 40-48.

94. Кибаленко А.П. Бор в жизни и продуктивности растений. К.: Наукова думка, 1973. 220 с.

95. Гоголєв А.І., Черкашена Г.В. Вплив pH на засвоєння бору рослинами. *Агроном*. 2013. № 2(40). С. 36-39.

96. Богдан М.М. Взгляд на проблему: исследование роли макро- и микроэлементов в метаболизме растительных организмов. *Исследования в области естественных наук*. Август, 2012 [Электронный ресурс]. URL: http://science.snauka.ru/2012/08/1020

97. Chandra A.S., Datt N. B., Chitralekha C., Nirmala N. Variations in copper and zinc supply influence growth and activities of some enzymes in maise. *Soil Sci. and Plant Nutr.* 1995. 41, № 2. P. 329-335.

98. Nolan A.L., Zhang H., McLaughlin M.J. Prediction of zinc, cadmium, lead, and copper availability to wheat in contaminated soils using chemical speciation, diffusive gradients in thin films, extraction, and isotopic dilution techniques. *J. Environ. Qual.* 2005. Vol. 34. P. 496-507.

99. Epstein E. Silicon in plants: facts vs. concepts. *Silicon in Agriculture*. Elsevier:Amsterdam, 2001. P. 1-16.

100. Матыченков В.В., Кособрюхов А.А., Шабнова Н.И., Бочарникова Е.А. Кремниевые удобрения как фактор повышения засухоустойчивости растений. *Агрохимия*. 2007. №5. С. 63-67.

101. Заіменко Н.В., Дідик Н.П., Дзюба О.І. [та ін.]. Індукція захисних реакцій на посуху у рослин кукурудзи анальцимом за різної зволоженості й типу ґрунту. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2013. Т. 45. С. 35-44.

102. Конова Н.И. К вопросу о биогеохимии селена в различных геохимических условиях. *Микроелементы*. 1991. Вып. 33. С. 43-48.

103. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Перспективи використання дигестату для підвищення ефективності біогазових комплексів. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. 29 травня 2020. Житомир. С. 124-128.

104. Кузнецова А., Куценко К. Біогаз та «зелені тарифи» в Україні – чи вигідне інвестування? (Серія консультативних робіт AgPP №. 26). К. 2010. 40 с.

105. Прокопенко О. М. Тваринництво України (Animal production of Ukraine). *Статистичний збірник (State statistics service of Ukraine)*. К. 2019. 166 с.

106. Шишкин Н. Д. Анализ эффективности биоэнергетических установок. *Энергосбережение и водоподготовка*. 2004. № 4. С. 31-32.

107. Рябов Г. А. Использование биомассы и отходов производства для решения проблем энергосбережения. *Электрические станции*. 2005. № 7. С. 33-38.

108. Барбара Эдер, Хайнц Шульц. Биогазовые установки. Практическое пособие. Перевод с немецкого выполнен компанией Zorg Biogas в 1996 г. (http://www.zorg-biogas.com). 2008. 268 с.

109. Шворов С. А., Охріменко П. Г., Чирченко Д. В. Система керування процесом завантаження біомаси та спеціальних домішок в біореактор для отримання максимальних об’ємів біогазу та органічних добрив. *Енергетика і автоматика*. 2014. № 3. С. 155-161.

110. Шворов С. А., Комарчук Д. С., Охріменко П. Г., Іванов П. В. Модель

системи керування електротехнічним комплексом біогазової установки. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. 2016. Вип. 242. С. 75. 84.

111. Баадер Б., Доне Е., Брендерфер М. Биогаз: Теория и практика. / Пер. с нем. М. И. Серебрянного. М.: Колос, 1982. 148 с.

112. Болтянська Н.І, Болтянський О.В. Формування моделі механізму застосування технологій ресурсозбереження на молочнотоварних фермах. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Збірник наукових праць.* Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 26-32.

113. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Збірник наукових праць.* Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298-304.

114. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біогазові станції як екологічно безпечний засіб переробки відходів. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»,* 29 травня 2020. Житомир. С. 132-135.

115. Лычев Е. Удобрения и альтернативные источники энергии из органических отходов. *Техника и оборудование для села*. 2005. № 3. С. 15-16.

116. Ward A.J., Hobbs P.J., Holliman P.J., Jones D.L. Otimisation of the anaerobic digestion of agricultural resources. *Bioresour. Technol*. 2008. 99(17). P. 7928-7940.

117. Ilona Sárvári Horváth, Meisam Tabatabaei, Keikhosro Karimi, Rajeev Kumar. Recent updates on biogas production - a review (Останні оновлення щодо виробництва біогазу – огляд). *Biofuel Research Journa.l* 2016, Vol. 3, Issue 2, Spring Pages 394-402.

118. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. 117 с.

119. Черевко Г., Шугало В. Сфери та переваги застосування біогазу у вирішенні енергетичних проблем. *Аграрна економіка. Серія Економіка природокористування*. 2017. Т. 10, № 3-4. С. 127-132.

120. Павліський В.М., Нагірний Ю.П., Павліська О.В. Техніко-економічне обґрунтування вибору технологій та сільськогосподарських культур для виробництва біопалива. *Науковий вісник НУБіП України*. 2010. № 146. С. 220-228.

121. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Напрями використання органічних ресурсів у тваринництві. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2011. Вип. 11. Т. 5. С. 210-217.

122. Скляр О.Г. Властивості біодобрив, що отримуються після анаеробної ферментації гною. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2013. Вип. 13. Т.3. С. 110-118.

123. Федуняк І. О. Ефективність виробництва біогазу в Україні. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія», серія «Економіка».* 2014. Випуск 26. С. 45-49.

124. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз технологій підготовки залишків після анаеробного бродіння. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка.* Харків, 2015. Вип. 156. С. 649-655.

125. Скляр Р. В., Скляр О. Г., Мілько Д.О. Особливості процесу метаногенерації пташиного посліду. *Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання*. Мелітополь: ТДАТУ, 2018. Вип. 8. Т.2. (DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-6).

126. Yong Z., Dong Y., Zhang X., Tan T. Anaerobic codigestion of food waste and straw for biogas production. *Renew. Energ*. 2015. 78. P. 527-530.

127. Марус О.А., Голуб Г.А. Аналіз конструкцій реакторів для твердофазної ферментації. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2016. Вип. 241. С. 380-387.

128. Голуб Г.А., Марус О.А. Розробка біогазового реактора обертового типу для твердофазної ферментації. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. 29 травня 2020 Житомир, Україна. С. 46-47.

129. Batstone D.J., Keller J., Angelidaki I., Kalyuzhyi S.V., Pavlostathis S.G., Rozzi A., Sanders T.M., Siegrist H., Vavilin V.A. The IWA Anaerobic Digestion Model No 1 (ADM 1). *Water Sei. Technol*. 2002. 45(10). P. 65-73.

130. Руководство по биогазу. От получения до использования. Издано агентством по возобновляемым ресурсам (FNR). Проект финансируется Федеральным министерством продовольствия, сельського хозяйства и защиты прав потребителей (BMELV) Германини на основании решения Бундестага Германии. 5-е польностью переработаное издание, Гюльцов. 2010. 215 с.

131. Орєхович О. Біогазова установка для українського споживача. https://

chz.org.ua/wp-content › uploads/2016/04.

132. Merlin Christy P., Gopinath L.R., Divya D. A review on anaerobic decomposition and enhancement of biogas production through enzymes and microorganisms. *Renew. Sust.Energe Rev*. 2014. 34, 167-173.

133. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2014. Вип. 4, т. 1. С. 3-9.

134. Chasnyk O., Sołowski G., Shkarupa O. Historical, technical and economic aspects of biogas development: Case of Poland and Ukraine. *Renew. Sust. Energy Rev*. 2015. 52. P. 227-239.

135. Abdeshahian P., Lim J.S., Ho W.S., Hashim H., Lee C.T. Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia. *Renew. Sust. Energy Rev*. 2016. 60, P. 714-723.

136. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових установок. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. 2019. Vol. 10, № 4. P. 33-37. DOI: 10.31548/machenergy.2019.04.019-026.

137. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Глеваха, 2019. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». С. 132-138.

138. Скляр Р.В. Особливості анаеробної ферментації різних видів тваринницьких відходів. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. 29 травня 2020 Житомир. С. 120-123.

139. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Обґрунтування способу перемішування субстрату для експериментальної біогазової установки. *Науковий вісник ТДАТУ (Електронне наукове фахове видання)*. Мелітопіль, 2020. Вип. 10, том 1. С. 58-65. DOI: 10.31388/2220-8674-2020-1-6.

140. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Теоретичні дослідження режимів і параметрів метантенку біогазової установки. *Науковий вісник ТДАТУ (Електронне наукове фахове видання)*. Мелітополь, 2020. Вип. 10, том 1. С. 148-155. DOI: 10.31388/2220-

8674-2020-1-14.

141. Ратушняк Г.С., Джеджула В.В., Анохіна К.В. Моделювання нестаціонарних режимів теплообміну в біогазових реакторах. *Вісник Хмельницького національного університету.* 2010. №2. С. 142-145.

142. Федуняк І.О. Ефективність використання біогазу в Україні. *Зелений світ (газета). Рубрика: Альтернативна енергетика.* 2015. №4 (298). С. 4.

143. Misi S.N., Forster C.F. Batchco-digestion of multi-component agro-wastes. *Bioresour. Technol*. 2001. 80(1). P. 19-28.

144. Esposito G., Frunzo L., Panico A., Pirozzi F. Enhanced bio-methane production from co-digestion of different organic wastes. *Environ. Technol*. 2012. 33(24). P. 2733-2740.

145. Wang L.H., Wang Q., Cai W., Sun X. Influence of mixing proportion on the solid-state anaerobic co-digestion of distiller's grains and food waste. *Biosyst. Eng.* 2012. 112(2). P. 130-137.

146. Pagés Díaz J., Pereda-Reyes I., Taherzadeh M.J., Sárvári Horváth I., Lundin M. Anaerobic co-digestion of solid slaughterhouse waster with agro-residues Synergistic and antagonistic interactions determined in batch digestion assays. *Chem. Eng. J.* 2014. 245. P. 89-98.

147. Григоренко С.М. Програма та методика експериментальних досліджень на лабораторній біогазовій установці. *Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: Наукове фахове видання.* Харків, 2019. Вип. 199. С. 267-275.

148. Нестеренко О. В., Колодійчук Л. С. Можливості використання лігніноцелюлозної маси в якості субстрату біогазових установок. Матеріали *Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і освіта в інтелектуально-інноваційному розвитку суспільства», присвяченої 60-річчю навчального закладу ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут» – «Бережанський агротехнічний коледж»* (16-17 травня 2019 року м. Бережани). 2019. С. 237-239.

149. Козир В. С., Сокрут О. В., Чернявський С. Є., Тимченко Л. О. Особливості використання різної сировини при виробництві біогазу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 4. С. 143-146.

150. Кравченко С. А. Биоэнергетический комплекс по обеззараживанию отходов сельского хозяйства с получением биогаза и высококачественных органических удобрений. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. 2010. Вип. № 4. С. 69-41.

151. Brone I., Allen E., Murphy J. Evaluation of the BMP from multiple waste streams for a proposed community scall anaerobic digestion. *Fuel. Kidlington: Elsevier Sci Ltd*. 2011. Vol. 90, № 7. P. 2404-2412.

152. Що таке біогаз? AgroBiogas. //https://agrobiogas.com.ua/4-production-steps-at-the-heart-of-the-construction-of-a-biogas-plant/

153. Городний Н.М., Мельник Н.А., Повхан М.Ф. и др. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. К.: Вища школа, 1990. 256 с.

154. Зінченко О.І., Алєєва О.С., Приходько П.М. [та ін.]. Біологічне землеробство. К.: Вища школа, 1996. 239 с.

155. Голуб Г. А. Проблеми біоконверсії органічної сировини в агроценозах. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 1. С. 43-47.

156. Смаглій О.Ф., Кардашов А.П., Литвак П.В. [та ін.]. Агроекологія / Під ред. О.Ф. Смаглія. К.: Вища школа, 2006. 671 с.

157. Бураков І. Захист в органічному землеробстві. *The Ukrainian Farmer*. 2010. № 4. С. 30-32.

158. Максишко Л. М. Экологическая роль биоудобрений в сохранении гумуса и предотвращения проникновения инвазии в почву. *Ştiinţa Agricolă* №1/2015. P. 28-34.

159. Максішко Л. М. Вплив біодобрива на родючість ґрунту і отримання екологічно безпечної продукції. Scientific achievements of modern society. *Abstracts of VIII International Scientific and Practical Conference Liverpool,* United Kingdom 1-3 April 2020. Liverpool, United Kingdom. 2020. С. 551-557.

160. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plan. *MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. 2014. Vol. 16, № 2 (b). P. 183-188.

161. Golub N., Kozlovets O. Technology of anaerobic-aerobic purification of wastewater from nitrogen compounds after obtaining biogas. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2016. Vol. 10, № 3. P. 35-40.

162. Biogas Digest. Volume II. Biogas - Application and Product Development. Information and Advisory Service on Appropriate Technology. GTZ. http://www.gtz.de/de/dokumente/en-biogas-volume2.pdf.

163. Гюнтер Л. И., Гольдфарб Л. Л. Метантенки. М.: Стройиздат, 1991. 128 с.

164. Болтянський Б. В. Обґрунтування конструктивно-функціональної схеми біореактора – установки для переробки органічних відходів (гною). *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2015. Вип. 15, т. 3. С. 182-188.

165. Kobyakova E. N., Yampilov S. S., Druzyanova V. P. The study of biogas production from fresh cow manure at different temperature modes. *Proceedings of the 10th International scientific conference «European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences»*. Vienna, 2016. P.130-135.

166. Pagés Díaz J., Westman J., Taherzadeh M.J., Pereda-Reyes I., Sárvári Horváth I. Semi-continuous co-digestion of solid cattle slaughterhouse wastes with other waste streams: Interactions within the mixtures and methanogenic community structure. *Chem. Eng. J.* 2015. 273. P. 28-36.

167. Марцинкевич В., Коломієць Н. Поводження з відходами тваринництва: переваги технології анаеробного зброджування. К.: Національний екологічний центр України, 2015. 24 с.

168. Boltyansky B., Boltyansky O., Boltyanska N. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2016. Vol.16. №2. P. 49-54.

169. Brone I., Allen E., Murphy J. Evaluation of the biomethanepotential from multiple waste streams for a proposed community scale anaerobic digester. *Environmental Technology*. 2013. Vol. 34, № 13-14. P. 2027-2038.

170. Deublein D., Steinhauser A. Biogas from waste and renewable resources an introduction. Mörlenbach, Germany Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.; Біогазові технології в Україні встановлення та робота біогазових установок. Центр біогазових технологій - http://biogascenter.googlepages.com. 2011. 30 с.

171. Bojesen M., Boerboom L., Skov-Petersen H. Towards a sustainable capacity

expansion of the Danish biogas sector. *Land Use Policy*. 2014. 42, 264-277.

172. Вовк В.Ю. Використання безвідходних технологій як фактор забезпечення екологізації сільського господарства. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. 29 травня 2020. Житомир. С. 169-172.

173. Волохін В. В., Мелейчук С. С., Козій І. С. Виробництво біогазу з відходів тваринництва як елемент енергоресурсозбереження. *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2014. С. 18-21.

174. Поліщук В.М., Білецький В.Р. Оцінка виходу біогазу при сумісному зброджуванні гною великої рогатої худоби з фузом. *Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи»*. 29 травня 2020. Житомир. С. 204-205.

175. Курбатова Т.О., Гирченко Є.В. Економічні перспективи розвитку сектору біогазу на основі використання органічних відходів сільського господарства. *Modern economics*. 2019. № 14. С. 121-129.

176. De Vries J.W., Vinken T.M., Hamelin L., De Boer J.M. Comparing environmental consequences of anaerobic mono- and co-digestion of pig manure to produce bio-energy. A life cycle perspective. *Bioresour. Technol*, 2012. 125, P. 239-248.

177. Бабич О.С., Кухаренко П.М., Улексін В.О. Біогаз як місцевий енергоресурс для сільськогосподарських підприємств. *Матеріали науково-технічної конференції*. Дніпропетровськ: 2010. С. 88-90.

178. Антахович І. Біогазові технології в Україні встановлення та робота біогазових установок. 2011. 30 с. (Центр біогазових технологій - http://biogascenter.googlepages.com)

179. Хараман А.В., Леонов В.В. Использование органических удобрений и биологизация земледелия в Белгородской области. *Достижения науки и техники АПК*. 2012. №12. С. 12-14.

180. Логуш І. В., Чвартацький І. І., Фльонц І. В. Обґрунтування технологічної схеми біогазової установки інтенсивної ферментації біомаси. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і освіта в інтелектуально-*

інноваційному розвитку суспільства», присвяченої 60-річчю навчального закладу ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут» – «Бережанський агротехнічний коледж». (16-17 травня 2019 року м. Бережани). 2019. С. 286-287.

181. Полищук В., Лободко Н., Дубровина О. Влияние режимов метанового сбраживания на эффективность производства биогаза. *MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture*. 2013. Vol. 15, № 3. P. 207-220.

182. Dychko A., Remez N., Opolinskyi I., Kraychuk S., Ostapchuk N., Yevtieieva L. Modelling of two-stage methane digestion with pretreatment of biomass. *Latvian journal of physics and technical sciences.* 2018. № 2. P. 37-44.

183. Кучерук П. П. Биогазовые установки в сельском хозяйстве и на станциях очистки сточных вод. Учебный курс: от природного газа к биомассе. Киев: ИТТФ НАНУ, 2009. 25 с.

184. Мовсесов Г. Є., Ляшенко О. О. Основні положення технології біогазового (анаеробного метанового) зброджування органічних відходів: рекомендації. Запоріжжя: ІМТ НААН України, 2010. 29 с.

185. Кернасюк Ю. В. Методологічні підходи до визначення собівартості виробництва та економічної ефективності продукції біоенергетичної утилізації гною (методичні рекомендації). Кіровоград: Кіровоградський ін-т АПВ, 2010. 24 с.

186. Ткаченко С.Й. Риндюк В.І., Пішеніна Н.В., Риндюк С.В., Дишлюк Н.В. Термічна і біотехнологічна нестабільність в реакторі анаеробної переробки відходів [Текст]. *Вісник Вінницького національного аграрного університету*: *Збірник наукових праць*. Вінниця, 2011. № 7. С. 131-137.

187. Коваленко В. П., Халак В. І., Нежлукченко Т. І., Папакіна Н. С. Біометричний аналіз мінливості ознак сільськогосподарських тварин і птиці: [навч. посібник]. Херсон: Олді-плюс. 2010. 240 с.

188. Шворов С.А., Антипов Є.О. Науково-технічні рекомендації щодо інтенсифікації процесів анаеробного зброджуння в реакторах біогазових установок [Текст]. *Енергетика та автоматика*. 2018. № 3. С. 95-105.

189. Шворов С. А., Антипов Є. О., Троханяк В. І. Покращена технологія отримання біогазу з урахуванням термічної та біотехнологічної стабілізації в

реакторах біогазової установки [Текст]. *Енергетика і автоматика.* 2018. № 5. С. 172-182.

190. Шворов С. А., Антипов Є. О. Заходи з інтенсифікації процесів анаеробного зброджения у діючих реакторах біогазових установок в умовах помірно континентального клімату. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і освіта в інтелектуально-інноваційному розвитку суспільства», присвяченої 60-річчю навчального закладу ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут» – «Бережанський агротехнічний коледж».* (16-17 травня 2019 року м. Бережани). 2019. С. 259-260.

191. Поліщук В.М., Лободко М.М., Сидорчук О.В. Поліщук О.В. Вплив режимів метанового бродіння на ефективність виробництва біогазу [Текст]. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування: Збірник наукових праць*. Київ, 2013. № 185. Ч. 3. С. 180-191.

192. Mata-Alvarez J., Mace S., Llabres P. Anaerobic digestion of organic solid wastes. An overview of research achievements and perspectives. *Bioresour. Techol.* 2000. 74(1). P. 3-16.

193. Weiland P. Production and energetic use of biogas from energy crops and wastes in Germany. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 2003. № 109 (1-3). P. 263-274.

194. Грабовський М.Б. Потенціал виробництва біогазу із силосної маси сорго цукрового та кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 26-32.

195. Heiermann M., Plöchl M., Linke B., Schelle H., Herrmann C. Biogas Crops – Part I: Specifications and Suitability of Field Crops for Anaerobic Digestion. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal.* 2009. Vol. XI. P. 1087-1093.

196. Bartuševics J., Gaile Z. Effect of silaging on chemical composition of maize substrate for biogas production. *Annual 16th International Scientific Conference Proceedings, "Research for rural development 2010",* Jelgava, Latvia, 19-21 May 2010. Vol. 1. P. 42-47.

197. Amon T., Amon B., Kryvoruchko M., Zollitsch W., Mayer K., Gruber L. Biogas production from maize and dairy cattle manure – Influence of biomass composition on the methane yield. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2007. № 118. P. 173-182.

198. Заблодський М. М., Клендій П. Б. Визначення ефективності метанового бродіння пшеничної соломи в залежності від подрібнення та обробки електромагнітним полем. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Наука і освіта в інтелектуально-інноваційному розвитку суспільства», присвяченої 60-річчю навчального закладу ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут» – «Бережанський агротехнічний коледж» (16-17 травня 2019 року м. Бережани)*. 2019. С. 222-223.

1.3. Особливості удобрення

199. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на вміст хлорофілу у гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2019 №14. С. 43-53.

200. Дудка М., Черчель В. Позакореневе підживлення: необхідність чи альтернатива? *Пропозиція*. 2014. №6. С. 64-69.

201. Петрів І.М., Власенко В.М. Рекомендації з проведення весняно-польових робіт в агроформуваннях Одеської області у 2018 році. Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення, 2018 р. Одеса. 2018. 30 с.

202. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. К.: Аграрна освіта, 2013. 406 с.

203. Єрмакова Л. М., Крестьянінов Є. В. Урожайність кукурудзи залежно від удобрення та гібриду на темно-сірих опідзолених ґрунтах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Серія: «Сільське господарство. Рослинництво»*. 2016. № 4. С. 63-65.

204. Хмелюк О. Система удобрення кукурудзи. 4 березня, 2019. https://www.lnz.com.ua/news/sistema-udobrenna-kukurudzi)

205. Адаменко С., Костюшко І. Управління мінеральним живленням кукурудзи. *Зерно*. 2014. №3(96). С. 96-97.

206. Сіроха О.Л. Вплив удобрення на біометричні показники та показники вирівняності рослин кукурудзи різної групи стиглості. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки*. Вінниця, 2014. Вип. 5(82). С. 37-47.

207. Бойко П., Коваленко Н. Традиційно й по «нулю». *Farmer (the Ukrainian)*.

2017. №3 (87). С. 14-16.

208. Василенко М.Г., Худяков О.І. Ефективність органо-мінерального добрива «віталист» на посівах кукурудзи. *Корми і кормовиробництво*. 2008. №61. С. 99-102.

209. Іванчук М.Д. Мікродобрива «Нановіт» в системі живлення кукурудзи та соняшника. *Аграрник*. 2014. № 8. С. 14-15.

210. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 8. С. 28-32.

211. Жан-Поль Рену. Возделывание кукурузы на поливе. *Агроном*. 2015. №2(48). С. 146-150.

212. Удовенко А.И. Особенности орошениения кукурузы. *Агроном*. 2015. № 4(50). С. 88-92.

213. Марков І. Здоров'я кукурудзи: ймовірна загроза вирощеному врожаю. *Пропозиція*. 2013. № 11. С. 86-89.

214. Любар В. Органогенез кукурудзи як технологічна складова. *Зерно*. 2015. №3(108). С. 98-102.

215. Марченко О. Ранній посів кукурудзи – можливі ризики. *Зерно.* 2014. №3(96). С. 88-89.

216. Паламарчук В.Д., Мазур В.А., Зозуля О.Л. Кукурудза. Селекція та вирощування гібридів. Монографія. Вінниця, 2009 р. 199 с.

217. Гончаренко В.Ю., Ходєєва Л.П., Гладкіх Р.П., Балюк С.А. Вплив післядії добрив на продуктивність овочевої сівозміни і агрохімічні властивості чорнозему типового Лівобережного Лісостепу України. *Вісник аграрних наук*. 2001. №2. С. 12-14.

Розділ 2

218. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: Віноблдрук, 1995. 195 с.

219. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: Віноблдрук, 1997. 240 с.

220. Зубрейчук М.С., Газінська Т.В., Ткаченко І.С. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від гідротермічних умов вегетації. *Насінництво*. 2012. №3. С. 7-

12.

221. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. 3 вид. Харків: Основа, 2001. 369 с.

222. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції. К.: УМКВО, 1992. 344 с.

223. Бабича А.О. Методика проведення дослідів з кормовиробництва. Вінниця, 1994. 87 с.

224. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія, 2005. 288 с.

225. Лебідь Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. [та ін.]. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

226. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л, Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: монографія. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.

227. Єгоршин О. О., Лісовий М. В. Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами. Харків: Друкарня № 14, 2007. 45 с.

228. Моисейченко В. Ф., Трифонова М. Ф., Заверюха А. Х., Ещенко В. А. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колосс, 1996. 336 с.

229. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. / Под ред. А.Л. Курсанова. М.: АН СССР, 1961. 196 с.

230. Негода О.В. Лабораторний практикум з фізіології рослин. К.: Фітосоціоцентр, 2003. С. 60-61.

231. Гизбуллин Н. Г. Методика определения площади листьев вегетирующих растений семенников свеклы. *Современные проблемы опытного дела*: матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 6-9 июня 2000 г.). Санкт-Петербург: АФИ, 2000. Т. 1. С. 66-68.

232. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. М.: Наука, 1965. 48 с.

233. Зубенко В. Ф. и др. Методика исследований по сахарной свекле. Киев, 1986. 292 с.

234. Ничипорович А.А. Теоретические основы повышения продуктивности растений. М.: ВИНИТИ, 1977. 134 с.

235. Волкодав В.В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). К.: 2001. 64 с.

236. Филев Д.С., Циков В.С., Золотев В.И. и др. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. *Труды ВНИИ кукурузы*. Днепропетровск, 1980. 54 с.

237. Мойсейченко В.Ф, Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа, 1994. 335 с.

238. Cristea M., Funduianu D., Reichbuch S. Precocitatea la porumb. *Precocitatea Probl. Gen. teor. Application*. 1978. Vol. 10, № 3. P. 331-374.

239. Авраменко С., Цехмейструк М., Глубокий О. [та ін.]. Біологічна урожайність просапних культур. *Agroexpert: практичний посібник аграрія*. 2011. № 7 (36). С. 22-24.

240. Мельник С. Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. (Міністерство аграрної політики та продовольства України. Український інститут експертизи сортів рослин). 2016. 81 с.

241. ДСТУ 4138-2002. Насіння с.-г. культур. Методи визначання якості. К.: Держспоживстандарт України. 173 с.

242. Казаков Е.Д. Методы оценки качества зерна. М.: Агропромиздат, 1987. 215 с.

243. ДСТУ ISO 6497:2005. Методи відбирання проб. [Розроблений вперше; введ. 01.01.08.]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 19 с.

244. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 416 с.

245. Данович К.Н., Соболев А.И., Жданова Л.П. и др. Физиология семян. М.: Наука, 1982. 318 с.

246. Ковальчук М.І. Економічний аналіз у сільському господарстві: навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. К.: КНЕУ, 2002. 282 с.

247. Жученко А.А. Математическое моделирование при оптимизации селекционно-генетических исследований. Кишинёв: Штинца, 1980. 104 с.

248. Доспехов В.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

249. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности. 12 с.

250. ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. 45 с.

251. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. 11 с.

252. МУ 5048-89. Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства. 35 с.

253. Гончар О. М., Андрущенко А. В. та ін. Методи визначення показників якості рослинницької продукції. К.: Алефа, 2000. 114 с.

254. ДСТУ 286-91. Морква столова молода свіжа. Технічні умови. 1991.

255. ГОСТ 1721-85. Морковь столовая свежая заготовляемая и поставляемая. Технические условия. 6 с.

256. ДСТУ 7033:2009. Буряк столовий свіжий технічні умови. 9 с.

Розділ 3

257. Renter Hans D. Phytopharmara und Phytoheapie VIII. Zebererkrahkungen Heilkunst. 1993. №9. P. 37-45.

258. Дробітько О.М. Особливості формування продуктивності кукурудзи залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агрофітоценозі в умовах південно-західного Степу. *Корми і кормовиробництво*. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Вінниця, 2008. Вип. 60. С. 62-68.

259. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Ефективність використання дигестату при вирощуванні моркви та буряків столових. *Корми і кормовиробництво.* 2020. Випуск 90. С. 68-82.

260. Grzeskowiak A., Jakubowski W. System nawozenia «Police». *Police: Agencia*

Reklamowa DCS, 2004. 80 p.

261. Лихочвор В.В., Костючко С.С. Фотосинтетична продуктивність буряків цукрових залежно від строків сівби та системи удобрення.

262. Barnas S., Szreder A., Nowakowski M. Buraki cukrowe. Warszawa: *Agro Serwis, Biznes Press*. 2003. 80 c.

263. Заришняк А.С. Продуктивність цукрових буряків залежно від способів внесення мікродобрив. *Цукрові буряки*. 2013. № 1. С. 12-13.

264. Карпук Л.М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від густоти насадження рослин. *Агробіологія*. 2013. Вип. 10(100). С. 13-18.

265. Даскин В.Ю., Антонова О.И. Формирование качества урожая при внесении Интермаг Профи Свекла и Интермаг элемент Бор. *Сахарная свекла*. 2013. № 4. С. 24-26.

266. Мусієнко М. М. Фотосинтез: підручник. К: Вища школа, 1995. 247 с.

267. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підручник. [2-ге вид.] К.: Либідь, 2005. 808 с.

268. Безвіконний П.В. Фотосинтетична діяльність рослин буряків столових залежно від сорту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17(1). С. 41-43.

269. Паламарчук В.Д., Паламарчук О.Д., Волчанська І.В., Мельник В.В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність зернової кукурудзи. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільськогосподарські науки*. Вінниця, 2012. Вип. 1(57). С. 75-80.

270. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Паламарчук О.Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. *Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 57-64.

271. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Формування висоти закладання качанів у гібридів кукурудзи залежно від строків сівби. *Таврійський науковий вісник.* 2018. Випуск 100. Том 2. С. 26-33.

272. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на прояв лінійних розмірів рослин кукурудзи. Науковий вісник НУБІП України. Серія Агрономія.

2018. № 286. С. 231-244.

273. Паламарчук В.Д. Вплив позакореневих підживлень на висоту кріплення качанів у гібридів кукурудзи. *Агробіологія. Збірник наукових праць*. Біла церква, 2018. №1(138). С. 89-98.

274. Palamarchuk V., Honcharuk I., Telekalo N., Krychkovskyi V., Kupchuk I., Mordvaniuk M. Modeling of hybrid cultivation technology corn to ensure energy efficiency for sustainable rural development. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. V. 11(7). P. 204-211.

Розділ 4

275. Андрієнко А.Л. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2003. №20. С. 36-38.

276. Черчель В., Дзюбецький В., Марочко В. Адаптивні властивості кукурудзи. *Пропозиція (інформаційний щомісячник)*. 2014. №3. С. 76-80

277. Москов Н.В., Москова Т.Н., Заец С.С. Морковь посевная. Целебная кладовая Херсонщины: справочник. Херсон: ПКФ «Старт» ЛТД, 2003. 260 с.

278. Хареба В. Вплив густоти рослин на врожайність буряка столового сорту Багряний [Електронний ресурс]. Режим доступу: lnau. lviv. ua / files / visnik 17 (2) agro /17 (2) r2. plod. r3. selecs.pdf Розділ 2. Плодоовочівництво.

279. Енеді К.Л., Садовська Н.П. Урожайність буряка столового залежно від строків висіву. «*Молодий вчений*». 2016. № 2 (29). С. 143-147.

280. Бикіна Н.М. Оптимізація умов живлення моркви столової з використанням мікродобрив за вирощування в лівобережному лісостепу україни. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія.* 2014. Вип. 195(1). С. 20-26.

281. Дудка М., Черчель В., Березовський С. Другий і третій – зайві? *Famer the Ukrainian*. 2015. №6(668) червень. С. 80-82.

Розділ 5

282. Паламарчук В.Д., 2009; 2020; 33. Паламарчук В.Д. Кількість рядів зерен та зерен у ряді в гібридів кукурудзи залежно від елементів технології. *Новітні*

агротехнології (Електронний науковий журнал). 2017. №5. http://jna.bio.gov.ua/issue/view/7327).

283. Азуркін В.О., Дідур І.М. Особливості вологовіддачі зерна гібридами кукурудзи залежно від норм азотних добрив. *Корми і кормовиробництво*. 2010. №67. С. 201-204.

284. Грабовський М.Б., Озерова Л.В. Продуктивність та вологість зерна гібридів кукурудзи компанії «Монсанто» залежно від густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення. *Агробіологія*. 2012. Вип. 7(91). С. 97-102.

285. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Вплив строків сівби на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 4. С. 81-88.

286. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Вплив позакореневих підживлень на рівень передзбиральної вологості зерна гібридів кукурудзи. Зрошувальне землеробство. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон, 2018. Вип. 69. С. 58-63.

287. Терьохіна Л.А. Вирощування моркви у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Овочі та фрукти*. 2019. № 9(118). С. 23-27.

288. Стефанюк Г. С. Оптимальне живлення – високий урожай коренеплодів моркви. *Вчені ЛДАУ виробництву*. 2006. Вип. VI. С. 36-37.

289. Стефанюк А. С., Лищак Л. П. Удобрение моркови в условиях Львовской области. *Рациональное использование удобрений при интенсивном земледелии в условиях западных регионов Украины*. Львов, 1997. С.13-17.

290. Palamarchuk V., Krychkovskyi V., Honcharuk I., Telekalo N. The Modeling of the Production Process of High-Starch Corn Hybrids of Different Maturity Groups. *European Journal of Sustainable Development*. 2021. №10. Vol. 1. P. 584-598.

291. Кричковський В. Вплив дигестату на структуру врожаю та продуктивність кукурудзи. *Зрошуване землеробство. Міжвідомчий тематичний збірник.* 2021. Вип. 75. С. 57-63.

292. Паламарчук В., Кричковський В. Роль дигестату для формування структури врожаю та продуктивності кукурудзи. *Матеріали IV всеукраїнської*

наукової інтернет конференції. Інноваційні технології в рослинництві. м. Кам'янець-Подільський, 10 травня 2021 р. С. 104-107.

293. Паламарчук В.Д., Кричковський В.Ю. Роль дигестату для формування структури врожаю та продуктивності кукурудзи. *Збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. Київ, 2021. С. 180-184.

Розділ 6

294. Зимовець В. Фінансове забезпечення інноваційного розвитку економіки. *Економіка України*. 2007. № 11. С. 9-16.

295. Лупенка Ю. О., Месель-Веселяка В. Я. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року. К.: ННЦ «ІАЕ», 2012. 182 с.

296. Ковальчук О.В. Економічна ефективність виробництва продукції рослинництва. *Розвиток економіки, підприємництва, торгівлі та біржової діяльності в умовах глобалізації*. 2018. № 15. С.58-63

297. Прогресивні технології та нормативи витрат на вирощування овочевих культур [Д. І. Мазоренко, Л. М. Тіщенко, Г. Є. Мазнєвтаін.]; за ред. П. Т. Саблука та ін. [2-ге вид.]. Х.: Майдан, 2012. 339 с.

298. Черненко Ю.Ю. Економічна ефективність застосовуваних технологій виробництва продукції основних овочевих культур відкритого ґрунту. *Вісник ХНАУ*. Серія: Економічні науки. № 4. 2015. С. 109-115.

299. Пархомець М. К., Уніят Л.М. Інноваційні методи управління виробництва зерна кукурудзи у сільськогосподарських підприємствах. *Економічний аналіз.* 2018. Т. 28. № 3. С. 176-183.

300. Непочатенко О. О. Фінанси підприємств: підручник. Умань: Сочінський, 2012. 501 с.

301. Кабак К. М. Шляхи підвищення економічної ефективності виробництва сільськогосподарських культур на підприємстві. *Перспективні напрямки розвитку економіки, обліку, управління та права: теорія і практика*. 2018. № 2. С. 56-65.

302. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Є, Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: метод. рек.

Київ: Нора-прінт, 2001. 60 с.

303. Вожегова Р. А та ін. Енергетична ефективність технології вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях Півдня України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. Вип. 28 (42). С. 272-281

304. Каменщук Б.Д. Шляхи підвищення ефективності вирощування кукурудзи на зерно. *Корми і кормовиробництво*. 2020. № 89. С. 85-92.

305. Амонс С.Е., Красняк О.П. Виробництво овочів в Україні: стан, проблеми та перспективи розвитку галузі. *Сільське господарство та лісництво.* 2021. № 20. С. 97-116

306. Бойко П.І., Коваленко Н.П., Гангур В.В., Корецький О.Є. Енергетичні засади ефективного використання ресурсів у сільському господарстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. С. 14-18.

307. Енергетична оцінка агроекосистем: навч. посіб. Житомир: Волинь, 2004. 132 с.

308. Паламарчук В.Д., Коваленко О.А. Біоенергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від факторів впливу. *Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво.* 20198. № 107. С. 137-144.

309. Васюта В. В. Біоенергетична ефективність вирощування буряка столового за краплинного зрошення в Південному регіоні України. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки.* 2016. № 96. С. 17-21.

310. Тараріко Ю. Системи біоенергетичного аграрного виробництва. Київ: ДІА, 2009. 16 с.

311. Логоша Р. В., Мазур К. В., Кричковський В. Ю. Маркетингове дослідження ринку овочевої продукції в Україні: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 344 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Характеристика метеорологічних умов за 2019-2021 рр.

(за даними Вінницької метеостанції)

Місяць	Декада	Середньомісячна температура повітря, °С				Опади, мм			
		2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середньо-багаторічна	2019 р.	2020 р.	2021 р.	Середньо-багаторічна
Квітень	I	8,4	8,3	5,8	7,5	0,8	0	19	6,6
	II	6,6	7,8	8,2	7,5	28	10	8	15,3
	III	12,8	11,4	8,3	10,8	9	22	15	15,3
	За місяць	**9,3**	**9,2**	**7,4**	**8,6**	**37,8**	**32**	**42**	**37,3**
Травень	I	10,8	11,7	12.6	11,7	69	45	16	43,3
	II	17,1	13,0	14,4	14,8	58	25	47,5	43,5
	III	18,3	10,3	15,4	14,6	17	66	64,5	49,2
	За місяць	**15,4**	**11,7**	**14,1**	**13,7**	**144**	**136**	**128**	**136**
Червень	I	20,2	17,3	16,5	18	48	8	7,5	21,2
	II	23,4	21,9	24,3	18,1	9	21	35	21,7
	III	21,3	21,4	23,6	22,1	31	39	19	30
	За місяць	**21,6**	**20,2**	**22,5**	**21,4**	**88**	**68**	**61,5**	**72,5**
Липень	I	18,8	20,6	22	20,5	9	17	25	17
	II	16,6	19,1	24,8	20,2	22	7	6,5	11,8
	III	21,6	21,3	22,1	21,7	7	6	70	27,7
	За місяць	**19,0**	**20,3**	**23**	**20,8**	**38**	**30**	**101,5**	**56,5**
Серпень	I	18,6	20,8	21,3	20,2	9	3	17	9,7
	II	20,6	19,9	20,4	20,3	0,2	0	19	6,4
	III	21,3	20,5	17,8	19,9	0	25	23	8,4
	За місяць	**20,2**	**20,4**	**19,8**	**20,1**	**9,2**	**28**	**59**	**32**
Вересень	I	19,2	19,4	13,7	17,4	0,1	8	0,4	2,8
	II	14,4	16,7	15,6	15,6	3	0,4	3,5	2,3
	III	12,1	15,8	10,5	12,8	25	38	15	26
	За місяць	**15,2**	**17,3**	**13,3**	**15,3**	**28,1**	**46,4**	**19**	**31,2**
Жовтень	I	9,7	15,8	8	11,2	24	52	0	16,3
	II	13,5	10,8	7,8	10,7	0	21	0	7
	III	7,9	10,1	7,8	8,6	0	2	0	0,6
	За місяць	**10,4**	**12,2**	**7,8**	**10,1**	**24**	**75**	**0**	**33**
В цілому за вегетаційний період		**15,8**	**15,9**	**15,4**	**15,7**	**369,1**	**415,4**	**411**	**398,5**

Додаток Б

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ОРГАН З СЕРТИФІКАЦІЇ ТОВ 'ДП 'ЖИТОМИРСТАНДАРТ'

Серія СВ

СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ/CERTIFICATE OF CONFORMITY

Зареєстровано в Реєстрі органу з сертифікації за № UA.178.0146-18
Зарегистрирован в Реестре органа по сертификации
Registered at the Record of certification body

Строк дії з — **25.05.2018 р. до 24.05.2019 р.**
Срок действия с
Term of validity is from

20.15.80
код ДКПП,
код ГКПУ,
DKPP code

Продукція — **Сировина для органічного добрива 'ЕФЛЮЄНТ'**
Продукция
Production

Відповідає вимогам — **ТУ У 20.1-38731462-001:2018 'Сировина для органічного добрива 'ЕФЛЮЄНТ'. Технічні умови', п. 3.3.2, таблиця 2 (масова концентрація домішок токсичних елементів)**
Соответствует требованиям
Comply with the requirements

Виробник (и) продукції — **ТОВ 'СУБЕКОН', Україна, 23320, Вінницька обл., Тиврівський р-н, с.м.т. Сутиски, вул. Жовтнева, буд. 51, код ЄДРПОУ 38731462**
Изготовитель (и) продукции
Producer (s)

Сертифікат видано — **ТОВ 'СУБЕКОН', Україна, 23320, Вінницька обл., Тиврівський р-н, с.м.т. Сутиски, вул. Жовтнева, буд. 51, код ЄДРПОУ 38731462**
Сертификат выдан
Certificate is issued on

Додаткова інформація — **Продукція, що виготовляється серійно з 25.05.2018 р. до 24.05.2019 р. З урахуванням гарантійного терміну зберігання. Технічний нагляд один раз за період дії сертифіката.**
Дополнительная информация
Additional information

Сертифікат видано органом з сертифікації — **ОС ТОВ 'ДП 'ЖИТОМИРСТАНДАРТ', Україна, 10003, м. Житомир, вул. Перемоги 13, тел. (044) 569-66-88, e-mail: cert@rish.com.ua**
Сертификат выдан органом по сертификации
Certificate is issued by the certification body

На підставі — **протоколу сертифікаційних випробувань № 1774 від 25.05.2018 р., виданого ВЛ ПП 'Незалежний центр лабораторних досліджень 'ЕТАЛОН', Атестат акредитації № 2Н846 від 10.03.2015 р. до 09.03.2020 р.**
На основании
On the grounds of

Заступник директора органу з сертифікації — **П.Р. Мітюшов**
М.П.
підпис
(ініціали, прізвище)

Чинність сертифіката відповідності можна перевірити в реєстрі ОС за тел. (044) 569-66-88

ДКПП 20.15.80 УКНД 65.080

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор
ТОВ «СУБЕКОН»
_____ А.О. Чемес
«02» травня 2018 р.

СИРОВИНА ДЛЯ ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА «ЕФЛЮЄНТ»

Технічні умови

ТУ У 20.1-38731462-001:2018

ВНЕСЕНО ДО БАЗИ ДАНИХ «ТЕХНІЧНІ УМОВИ УКРАЇНИ» USM 099

(Уведено вперше)

Дата надання чинності «24» 05 2018 р.
Без обмеження строку чинності

МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ
Державне підприємство
«Тернопільський науково-виробничий центр стандартизації метрології та сертифікації»
ДП «Тернопільстандартметрологія»
Ідентифікаційний код 02568319
ПЕРЕВІРЕНО
на відповідність законодавству України
«24» травня 2018 р.
Внесено до книги обліку за № 002061

РОЗРОБЛЕНО
Директор
ТОВ «СУБЕКОН»
_____ А.О. Чемес
«02» травня 2018 р.

Додаток Б₁

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 144732

БІООРГАНІЧНЕ ДОБРИВО "ЕФЛЮЕНТ"

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей **26.10.2020.**

Генеральний директор
Державного підприємства
«Український інститут
інтелектуальної власності»

А.В. Кудін

«УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ»
Ідентифікаційний код 31032378

Додаток Б₂

УКРАЇНА

ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 143495

СПОСІБ ОТРИМАННЯ БІООРГАНІЧНОГО ДОБРИВА "ЕФЛЮЕНТ"

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі **27.07.2020.**

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України Д.О. Романович

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ • Ідентифікаційний код 37508596

Додаток $В_1$

Технологічна карта вирощування кукурудзи Кампоні КС та підрахунок виробничих витрат на 1 га, 2021 рік

Види робіт	С-г техніка (Енергомашина +агрегат)	Вартість матеріальних ресурсів, грн				Оплата праці, грн.	Інші витрати (амортизація ремонт, тощо), грн.	Виробничі витрати, грн.
		Паливо-мастильні матеріали	Насіння	Засоби захисту	Добрива, біологічні інокулянти			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Внесення біоорганічного добрива "Ефлюент", 55,0 т/га	МТЗ-82 + МВУ-0,6	133,6	-	-	5500,0	24,0	143,0	5800,6
Дискування	Т-150 + БДП-3,5	480,9	-	-	-	35,0	143,0	658,9
Оранка	МТЗ-82 + ПН 5-35	534,3	-	-	-	120,0	143,0	797,3
Закриття вологи	МТЗ-82 + СЗБ-8	80,1	-	-	-	20,0	143,0	243,1
Культивація передпосівна	МТЗ-82 + КПС-4.2	138,9	-	-	-	35,0	143,0	316,9
Посів (з добривами)	МТЗ-82 + оренда сівалки	267,2	5000,0	-	1400,0	60,0	593,0	7320,2
Коткування	Т 150 + КВГ-1.4(3)	374,0	-	-	-	-	143,0	537,0
Всього за період підготовка ґрунту−сівба		2009,0	5000,0	-	6900,0	314,0	1450,7	15673,7
1-ше внесення гербіциду (Основа, 2,5 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	96,2	-	750,0	-	-	143,0	989,2
1-ше внесення інсектициду (Карате Зеон, 0,3 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	96,2	-	180,0	-	20,0	143,0	419,2
2- ге внесення інсектициду (Карате Зеон, 0,3 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	96,2	-	180,0	-	-	143,0	419,2
Внесення мінеральних добрив (сульфат амонію)	МТЗ-82 + МВУ-0,6	133,6	-	-	700,0	-	143,0	976,6
2-ге внесення гербіциду (Хамер, 0,03 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	96,2	-	110,0	-	-	143,0	349,2
3-тє внесення гербіциду (Мілагро, 1,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	96,2	-	180,0	-	-	143,0	419,2

Продовження додатку $В_1$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Позакореневе підживлення посівів кукурудзи (Хелат цинку, 1,5 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	96,2	-	-	202,5	-	143,0	441,7
Всього за період догляд за посівами		710,8	-	1400,0	902,5	-	1000,7	4014,0
Збирання культури	Оренда комбайна	-	-	-	-	-	1043,0	1043,0
Відвезення зерна (11,6 т)	ГАЗ-53	552,6	-	-		90,0	143,0	785,5
Орендна плата	-	-	-	-	-	-	4943,0	4943,0
Всього за період збирання		552,5	0,0	0,0	0,0	90,0	6128,9	6771,4
РАЗОМ ТЕХНОЛОГІЯ		3272,3	5000,0	1400,0	7802,5	404,0	8580,2	26459,0

Додаток $В_2$

Технологічна карта вирощування моркви посівної Болівар F1 та підрахунок виробничих витрат на 1 га, 2021 рік

Види робіт	С-г техніка (Енергомашина +агрегат)	Вартість матеріальних ресурсів, грн.					Оплата праці, грн.	Амортизація ремонт, страхові та ін. витрати, грн.	Виробничі витрати, грн.
		Паливо-мастильні матеріали	Насіння	Засоби захисту	Добрива, біологічні інокулянти	Крапельне зрошення			
1	2	3	4	5	6	7	8		9
Знищення бур'янів (Гліфат, 4,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	440,0	-	-	150,0	210,2	853,6
Внесення вапна гранульованого	МТЗ-82 + МВУ-0,6	160,3	-	-	1160,0	-	40,0	217,8	1578,1
Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент», 55,0 т/га	МТЗ-82 + МВУ-0,6	160,3	-	-	5500,0	-	40,0	3568,9	9269,2
Дискування	МТЗ-82 + БДТ-6	534,3	-	-	-	-	35,0	157,2	726,5
Оранка	МТЗ-82 + ПН 5-35	534,3	-	-	-	-	120,0	205,9	860,2
Закриття вологи	МТЗ-82 + СЗБ-8	80,1	-	-	-	-	20,0	320,3	420,4
Внесення мінеральних добрив (Карбамід)	МТЗ-82 + МВУ-0,6	80,1	-	-	1800,0	-	24,0	291,9	2196,0
Культивація передпосівна	МТЗ-82 + КПС-4.2	187,0	-	-		-	70,0	71,9	328,9
Нарізання гряд	МТЗ-82 + грядоутворювач	935,0	-	-	-	-	300,0	192,5	1427,5
Посів (з добривами)	МТЗ-82 + Агрікола СН-130	427,4	24000,0	-	1050,0	-	300,0	2372,7	28453,6
Розкладання крапельної стрічки	-	-	-	-	-	14000,0	-	-	14000,0
Полив культури, 110 днів	Фільтростанція	-	-	-	-	17600,0	-	303,5	17600,0
Всього за період підготовка ґрунту–сівба		3152,4	24000,0	440,0	9510,0	31600,0	1099,0	7912,8	77714,0
1-ше внесення гербіциду (Стомп 330, 4,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1480,0	-	-	150,0	510,6	2194,0

Продовження додатку $В_2$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2-ге внесення гербіцидів (Гезагард, 0,5 л/га + Рейсер, 0,1 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	230,0	-	-	150,0	358,4	791,8
3-тє внесення гербіцидів (Гезагард, 0,7 л/га + Рейсер, 0,2 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	355,0	-	-	150,0	368,5	926,9
4-те внесення гербіциду Тарга Супер, 3,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1200,0	-	-	150,0	468,6	1872,0
5-те внесення гербіцидів (Зенкор Ліквід, 0,5 л/га + Рейсер, 0,2 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	670,0	-	-	150,0	372,6	1246,0
1-ше внесення інсектициду (Децис ф-люкс, 0,3 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	117,0	-	-	150,0	349,3	669,7
2- ге внесення інсектицидів (Децис, 0,3 л/га + Конфідор, 1,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1337,0	-	-	150,0	349,3	1889,7
1-ше внесення фунгіциду (Косайд, 2,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1000,0	-	-	150,0	438,6	1642,0
2-ге внесення фунгіциду (Натіво, 0,35 л/га + Меро (ПАР), 0,4 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1064,0	-	-	150,0	435,6	1703,0
3-тє внесення фунгіциду (Натіво, 0,35 л/га + Меро (ПАР), 0,4 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1064,0	-	-	150,0	435,6	1703,0
4-те внесення фунгіциду (Луна Е, 0,75 л/га + Меро (ПАР), 0,4 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	2184,0	-	-	150,0	603,6	2991,0
5-те внесення фунгіциду (Сігнум, 1,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1900,0	-	-	150,0	573,6	2677,0
6-те внесення фунгіциду (Сігнум, 1,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1900,0	-	-	150,0	573,6	2677,0
Всього за період догляд за посівами		694,6	-	14501,0	-	-	-	5837,9	22983,4
Збирання коренеплодів в технічній стиглості	Кейс ІН Максум 140 + Аса-Ліфт СМ 100	488,9	-	-	-	-	300,0	1155,3	2021,9
Відвезення коренеплодів (61,6 т)	ГАЗ-53	633,2	-	-	-	-	300,0	1106,4	1953,1
Всього за період збирання		1122,1	-	-	-		600	2261,7	3975,0
РАЗОМ ТЕХНОЛОГІЯ		4969,1	24000,0	14941,0	9510,0	31600,0	3649,0	16012,4	104681,5

Додаток $В_3$

Технологічна карта вирощування буряку столового Кестрел F1 та підрахунок виробничих витрат на 1 га, 2021 рік

Види робіт	С-г техніка (Енергомашина + агрегат)	Вартість матеріальних ресурсів, грн.					Оплата праці, грн.	Амортизація ремонт, страхові та ін. витрати, грн.	Виробничі витрати, грн.
		Паливо-мастильні матеріали	Насіння	Засоби захисту	Добрива, біологічні інокулянти	Крапельне зрошення			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Знищення бур'янів (Гліфат, 4,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	440	-	-	150	430,6	1074,1
Внесення вапна гранульованого	МТЗ-82 + МВУ-0,6	160,3	-	-	1160	-	40	380,4	1740,7
Внесення біоорганічного добрива «Ефлюент», 55,0 т/га	МТЗ-82 + МВУ-0,6	160,3	-	-	5500	-	40	3568,9	9269,2
Дискування	МТЗ-82 + БДТ-6	534,3	-	-		-	35	319,8	889,1
Оранка	МТЗ-82 + ПН 5-35	534,3	-	-		-	120	368,5	1022,8
Закриття вологи	МТЗ-82 + СЗБ-8	80,1	-	-		-	20	482,8	583,0
Внесення мінеральних добрив (Карбамід)	МТЗ-82 + МВУ-0,6	80,1	-	-	1800	-	24	454,5	2358,6
Культивація передпосівна	МТЗ-82 + КПС-4.2	187,0	-	-		-	70	234,5	491,5
Нарізання гряд	МТЗ-82 + грядоутворювач	935,0	-	-		-	300	355,1	1590,1
Посів (з добривами)	МТЗ-82 + Агрікола СН-130	427,4	13800	-	1050	-	300	2166,2	17743,6
Розкладання крапельної стрічки	-	-	-	-	-	14000	-	-	14000,0
Полив культури, 110 днів	Фільтростанція	-	-	-	-	17600	-	466,1	18066,1
Всього за період підготовка ґрунту−сівба		3152,4	13800,0	440,0	9510,0	31600,0	1099,0	9227,3	68828,7
1-ше внесення гербіцидів (Дуал Г, 1,6 л/га + Голтікс Г, 3,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	3550,0	-	-	150,0	460,6	4214,1
2-ге внесення гербіцидів (Бетанал Е, 1,30 л/га + Карібу, 0,03 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1040,0	-	-	150,0	484,6	1728,1

Продовження додатку $В_3$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3-тє внесення гербіцидів (Бетанал Е, 1,30 л/га + Карібу, 0,03 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1040,0	-	-	150,0	484,6	1728,1
4-те внесення гербіцидів (Центуріон, 1,0 л/га + Аміго С, 3,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	2180,0	-	-	150,0	619,6	3003,1
5-те внесення гербіцидів (Бетанал Е, 1,30 л/га + Карібу, 0,03 л/га + Голтікс Г, 1,5 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	2495,0	-	-	150,0	484,6	3183,1
6-те внесення гербіциду (Лонтрел 300)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	750,0	-	-	150,0	477,1	1430,6
1-ше внесення інсектициду (Децис Профі, 0,05 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	80,0	-	-	150,0	376,6	660,1
2- ге внесення інсектицидів (Децис П, 0,05 л/га + Конфідор, 1,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1300,0	-	-	150,0	376,6	1880,1
1-ше внесення фунгіциду (Косайд, 2,0 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	1000,0	-	-	150,0	514,6	1718,1
2-ге внесення фунгіциду (Амістар Г, 0,6 л/га + Ліпосам 0,2 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	563,0	-	-	150,0	445,6	1212,1
3-тє внесення фунгіциду (Фалькон, 0,6 л/га + Ліпосам 0,2 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	503,0	-	-	150,0	436,6	1143,1
4-те внесення фунгіциду (Фалькон, 0,6 л/га + Ліпосам 0,2 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	503,0	-	-	150,0	436,6	1143,1
5-те внесення фунгіциду (Луна Е, 0,75 л/га + Ліпосам 0,2 л/га)	МТЗ-82 + ОПШ-2,4-21	53,4	-	2123,0	-	-	150,0	679,6	3006,1
Всього за період догляд за посівами		694,6	-	17127,0	-	-	1950,0	6277,8	26049,4
Збирання коренеплодів в технічній стиглості	Кейс ІН Максум 140 + Аса-Ліфт СМ 100	488,9	-	-	-	-	300,0	1319,5	2108,4
Відвезення коренеплодів (88,8 т)	ГАЗ-53	751,6	-	-	-	-	300,0	1248,9	2300,5
Всього за період збирання		1240,5	-	-	-	-	600,0	2568,4	4408,9
РАЗОМ ТЕХНОЛОГІЯ		5087,5	13800,0	17567,0	9510,0	31600,0	3649,0	18073,5	99287,0

Додаток Д1

ТОВ «ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ»

01021, м. Київ, Кловський Узвіз, будинок 13, офіс 25

Тел. (044)594 38 85

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Генеральний директор

ТОВ «ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ»

_____М.В. Пірогов

«___» _____2019 р.

ЗВІТ

ПРО РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗРАЗКІВ РІДКОГО ГНОЮ З ВИЗНАЧЕННЯ ПАТОГЕННОЇ МІКОФЛОРИ ЗГІДНО АКТУ № 1 ВІД 20 ЛЮТОГО 2019 р.

Науковий консультант з питань захисту рослин, біолог-дослідник, канд. біол. наук — Т.С. Віннічук

Відповідальний виконавець, міколог — Л.М. Пармінська

ЗВІТ
ПРО РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗРАЗКІВ РІДКОГО ГНОЮ З ВИЗНАЧЕННЯ ПАТОГЕННОЇ МІКОФЛОРИ

В біолабораторію ТОВ «ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ» було надано 2 зразки рідкого гною для аналізу на вміст та видовий склад патогенних мікроорганізмів (Акт відбору зразків №1 від 20 лютого 2019 року. Зразки відібрані директором ТОВ «Органік-Д» Кричковським Вадимом Юрійовичем. Місце відбору: Біогазова установка ТОВ «СУБЕКОН», Вінницька обл., Тиврівський р-н., смт. Сутиски).

Умови та методики досліджень. Дослід був закладений 25.02.2019 року.

Аналіз мікофлори зразків проводили методом ґрунтових розведень Ваксмана (Waksman, 1916; Литвинов, 1969; Наумов, 1937). Для культивування грибів використовували картопляний агар із глюкозою, який готували за методикою Наумова (1937). Виділення грибів із зразків рідкого гною в чисті культури та визначення видового складу проводили в біолабораторії ТОВ «Інститут прикладної біотехнології». Результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1. - Кількість грибів у зразках рідкого гною (25.02.2019 р.)

№ зразку	Зміст варіанту	Всього, тис/г	у т. ч.				Гриби-антагоністи		Токсиноутворювальні види грибів	
			Патогенні види		Сапротрофні види					
			тис/г	%	тис/г	%	тис/г	%	тис/г	%
1	Перебродженний	193,8	12,6	6,4	181,2	93,6	6,2	3,2	31,2	16,1
2	Не перебродженний	118,8	79,2	66,7	39,6	33,3	11,3	9,5	101,8	85,7

За результатами досліджень встановлено, що загальна кількість грибів у зразках варіювала в межах від 118,8 до 193,8 тис/г.

За результатами проведеного мікологічного аналізу зразків було виділено 52 ізолята. Серед них визначено 8 видів грибів, які належали до 5 родів – ***Penicillium*** *(Penicillium janczewskii* Zaleski, *P. raciborskii* Zaleski, *P. simplicissimum* (Oudem.) Thom, *P. chryzogenum* Thom), ***Acremonium*** *(Acremonium Killense* Grutz), ***Aspergillus*** *(Aspergillus flavus)*, ***Alternaria*** (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), ***Fusarium*** (*Fusarium oxysporum* (Schlecht.)Snyd. et Hans).

Із 8 видів грибів, які зустрічались у досліді, до патогенних належали 3 види – *Aspergillus flavus, Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. та *Fusarium oxysporum* (Schlecht.)Snyd. et Hans).

Кількість патогенних грибів становила 6,5% (зразок 1-перебродженний) до 66,7% (зразок 2- неперебродженний).

Встановлено видовий склад патогенних грибів. У зразку № 1 (перебродженний) спостерігались патогенні види із роду *Alternaria* і *Fusarium у невеликій кількості* - по 3,2%. У зразку № 2 (не перебродженний) кількість патогенних видів грибів була високою і становила 66,7% (із роду *Fusarium* – 9,5%, із роду *Aspergillus* – 57,2%) (табл. 2).

Таблиця 2. – Родове співвідношення патогенної мікофлори у представлених зразках (25.02.2019 р.)

№ зразка	Зміст варіанту	Вміст патогенних грибів		у тому числі із родів, %		
		тис/г	%	*Fusarium*	*Alternaria*	*Aspergillus*
1	Перебродженний	12,6	6,4	3,2	3,2	0
2	Не перебродженний	79,2	66,7	9,5	0	57,2

Aspergillus flavus - патогенний гриб-сапрофіт з роду *Aspergillus*, *Aspergillus flavus* поряд з іншими грибами роду *Aspergillus* - причина аспергільозу - мікозу, який найчастіше (в 90% випадків) вражає дихальні шляхи. Рідше страждають серцево-судинна система (міокардит, перикардит -

запальні захворювання серця), центральна нервова система (абсцеси головного мозку, менінгіт). Імунокомпетентні, тобто з достатньою імунною відповіддю, особи можуть бути носіями інфекції без активної симптоматики. Тривала дія антигенів *Aspergillus flavus* викликає алергічну реакцію, що призводить до алергічного риніту, алергічного бронхолегеневого аспергільозу або бронхіальної астми. Одне з найнебезпечніших захворювань, пов'язаних з *Aspergillus flavus*, - аспергілема легень, при якому колонія гриба поселяється в порожнині легенів. У міру прогресування мікозу міцелій гриба проростає в судинні стінки, утворюючи ділянки некрозу (омертвіння). Можливий розвиток гострого інвазивного аспергільозу, гострого легеневого аспергільозу, аспергільозного трахеобронхіту.

Факультативні патогени із роду *Fusarium*, а саме: *Fusarium oxysporum* (Schlechl.) Snyd. et Hans - збудник фузаріозної кореневої гнилі та продуцент фітотоксинів.* Із роду *Alternaria* спостерігався патогенний вид *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., який викликає чорну плісняву та альтернаріози. Виділений гриб *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. виділяє небезпечні токсини альтернаріол і тенуазонову кислоту, які мають сильну фітотоксичну дію на вегетуючі рослини.

Серед **сапротрофних грибів** відмічено види із роду *Penicillium* (*Penicillium janczewskii* Zaleski, *P. raciborskii* Zaleski, *P. simplicissimum* (Oudem.) Thom, *P. chrysogenum* Thom); із роду *Acremonium* (*Acremonium Kiliense* Grutz).

У зразку № 1 (перебродженій) кількість сапротрофних грибів із роду *Penicillium* була 87,1%, із роду *Acremonium* – 6,5%.

У зразку № 2 (не перебродженій) кількість сапротрофних грибів із роду *Penicillium* знижувалась до 33,3%. Сапротрофних грибів із роду *Acremonium* не спостерігалось. (табл. 3).

5

Таблиця 3. – Родове співвідношення сапротрофної мікофлори у представлених зразках (25.02.2019 р.)

№ зразка	Зміст варіанту	Всього сапротрофних грибів		у тому числі із родів, %	
		тис/г ґрунту	%	*Penicillium*	*Acremonium*
1	Перебродженний	181,2	93,6	87,1	6,5
2	Не перебродженний	39,6	33,3	33,3	0

Із токсиноутворювальних видів спостерігались *Penicillium janczewskii* Zaleski, *Penicillium chrysogenum* Thom, *Aspergillus flavus*, *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., *Fusarium oxysporum* (Schlecht.)Snyd. et Hans). Висока кількість токсиноутворювальних грибів була у зразку № 2 (не перебродженний) – 85,7%. У зразку № 1 (перебродженний) відсоток токсиноутворювальних грибів був низчим -16,1%.

Таким чином, у перебродженому зразку була значно нижчою кількість патогенних грибів – 6,4% та токсиноутворювальних грибів - 16,1%, порівняно до неперебродженого - 66,7 та 85,7% відповідно.

PLT
Prime Lab Tech

Місцезнаходження лабораторії:
вул. Київський шлях, 115-В,
с. Велика Олександрівка, Бориспільський р-н,
Київської обл., 08320

Контакти:
www.plt.land
office@plt.land
0 800 40 1268 – відділ по роботі з замовниками (безкоштовно для всіх операторів)
+380 67 238 45 58 – завідуючий лабораторії

ilac-MRA
National Accreditation Agency of Ukraine
№2Н1741
ДСТУ ISO/IEC 17025

Протокол випробування № 2071
від 14 червня 2019 р.

Замовник: ТОВ «ОРГАНІК-Д»
Адреса замовника: 23320, ВУЛ. ЖОВТНЕВА, БУД. 118, СМТ. СУТИСКИ, ТИВРІВСЬКИЙ РАЙОН, ВІННИЦЬКА ОБЛАСТЬ
Місце відбору зразків: СМТ. СУТИСКИ
Дата відбору зразків: 10.06.19

Стан зразків: відповідний
Дата надходження в лабораторію: 11.06.19
Період проведення випробувань: 12.06.19 – 14.06.19

Назва зразків:

1. Поле № 1 30га – зразки – 1.1 – 1.6
2. Поле № 2 Демо – зразки - 2.1 – 2.2
3. Поле № 3 Цілина – зразки – 3.1 – 3.4

Назва зразка	Назва показника, одиниці виміру								
	pH обмінна	pH гідролітична ммоль/100г	Масова частка вуглецю, %	N (NH_4) мг/кг	N (NO_3) мг/кг	N (NH_4+NO_3) мг/кг	P_2O_5 мг/кг	K_2O мг/кг	S, мг/кг
1.1	5,0	1,63	0,9	15,5	1,3	16,8	68,4(к)	76,8(к)	3,9
1.2	4,5	1,90	0,9	13,6	1,4	15,0	58,2(к)	82,7(к)	<1*
1.3	4,8	2,52	1,0	15,6	2,2	17,8	127,2(к)	139,0(к)	<1*
1.4	4,4	4,05	1,9	13,7	1,2	14,9	70,1(к)	112,3(к)	2,4
1.5	4,5	3,05	0,9	13,4	1,3	14,7	63,5(к)	96,3(к)	2,0
1.6	4,9	1,70	0,6	13,0	0,8	13,8	67,2(к)	112,9(к)	4,1
2.1	6,3	1,28	2,0	15,6	31,9	47,5	662,7(ч)	1180,5(ч)	12,1
2.2	6,2	1,26	1,6	15,2	28,2	43,4	377,9(ч)	801,5(ч)	6,9
3.1	5,4	4,05	4,3	21,5	7,5	29,0	165,8(к)	160,0(к)	6,1
3.2	4,8	3,63	1,7	22,6	1,7	24,3	43,7(к)	124,8(к)	2,5
3.3	5,8	1,67	3,1	21,8	7,4	29,2	41,3(ч)	109,7(ч)	9,3
3.4	5,6	3,26	4,9	21,8	31,8	53,6	44,4(ч)	96,1(ч)	9,2

<1 - межа кількісного визначення методу; (S – межа кількісного визначення 1мг/кг);*

За ДСТУ 4289:2004 коефіцієнт перерахунку масової частки вуглецю %, на органічну речовину залежить від типу ґрунту і становить для:

- дерново-підзолистих ґрунтів	*2,09*
- сірих лісових ґрунтів	*2,05*
- чорноземів	*1,88*
- каштанових ґрунтів	*1,97*
- бурих лісових ґрунтів	*2,06*

Визначення рухомих сполук фосфору та калію за методом:
(к) – Кірсанова
(ч) – Чирикова

Методи визначення:
Пробопідготовка – згідно ДСТУ ISO 11464:2007. Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу.
Органічної речовини – згідно ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини.
Рухомих сполук фосфору та калію – згідно ДСТУ 4405:2005. Якість ґрунту. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА. ДСТУ 4115-2002 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова.
Нітратного азоту – згідно ДСТУ 4729:2007. Якість ґрунту. Визначання нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. О.Н.Соколовського.
Обмінного амонію – згідно ГОСТ 26489 – 85. Ґрунти. Визначення обмінного амонію за методом ЦІНАО.
pH - згідно ГОСТ 26483-85. Ґрунти. Приготування сольової витяжки і визначання її pH за методом ЦІНАО.
Рухомої сірки – згідно з ГОСТ 26490-85. Ґрунти. Визначення рухомої сірки за методом ЦІНАО.
pH гідролітичної – згідно ДСТУ 7537:2014. Якість ґрунту. Визначення гідролітичної кислотності.

Примітки:

1. *Результати визначень подані у перерахунку на повітряно-сухий стан грунту.*
2. *Результати випробування стосуються лише тих зразків грунту, які були надані на випробування і зазначені у вхідних даних протоколу випробування.*
3. *Без присвоєння підпису протокол випробування вважається недійсним.*
4. *Відтворювання протоколу випробування частково або повністю не можливе без письмового дозволу лабораторії.*

Затверджую:
Завідуючий лабораторії ТОВ «Прайм Лаб Тек»: _____ М.М.Пекний

«ПРАЙМ ЛАБ ТЕК»

Додаток Д3

ВСП ТОВ «ФАБРИКА АГРОХІМІКАТІВ»
«ІНСТИТУТ ЗДОРОВ'Я РОСЛИН»
Україна, м. Черкаси, проїзд Енергобудівельників, 10
Телефон (063) 4788858, 4788827, 4787641
Гаряча лінія 0800501601
Email: [illegible]
Сайт: [illegible]

СЕРВІСНО-АНАЛІТИЧНИЙ ЦЕНТР
акредитований відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2017
Атестат акредитації Національного агентства з акредитації України № 202141 від 28.02.2020

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ
№ 2537-20S від 18.06.2020

Назва та адреса замовника: ТОВ "Органік-Д", 23310, Вінницька обл., Тиврівський р-н, м. Гнівань, вул.Польова, б.4А

Супровідні документи: Заявка № 314S від 05.06.2020

Реєстраційний номер(-и) та ідентифікація зразка(-ів) згідно супровідної документації замовника:
2537-20S Грунт 20.05.20

Стан зразка(-ів): придатний для проведення випробувань. Зразок надійшов у промаркованій пластиковій тарі. Тара не пошкоджена, без пошкоджень.

Інформація щодо відбирання зразка(-ів): зразок відібрано замовником.

Дата одержання зразка(-ів) для випробувань: 05.06.2020

Дата(-и) проведення випробувань: 05.06.2020 – 17.06.2020

Результати випробувань:

Назва показника, одиниці вимірювання	Результат випробувань	Розширена невизначеність, U	Норми згідно НД	Посилання НД на метод випробування
pH сольової витяжки	5,7	±0,1	-	ДСТУ ISO 10390:2007
Органічна речовина (гумус), %	3,1	±0,2	-	ДСТУ 4289:2004 п. 8.1
Азот легкогідролізний, мг/кг	96,6	±15,5	-	ДСТУ 7863:2015
Рухома сірка, мг/кг	8,7	±2,0	-	ДСТУ 8347:2015
Обмінний калій, ммоль/100г	10,0	±1,0	-	МВВ ГОСТ 26487-85 п.2
Обмінний магній, ммоль/100г	1,8	±0,3	-	МВВ ГОСТ 26487-85 п.2
Рухомі сполуки калію (K_2O), мг/кг	140	±22	-	ДСТУ 4115-2002, п.8.1, ISO 22036:2008
Рухомі сполуки фосфору, (P_2O_5), мг/кг	130	±23	-	ДСТУ 4115-2002, п.8.1, ISO 22036:2008
Мідь, мг/кг	0,85	±0,28	-	ISO16729:2013, ISO 22036:2008
Ртуть, мг/кг	<0,2*	-	-	ISO16729:2013, ISO 22036:2008
Кремній, мг/кг	167	±17	-	ISO16729:2013, ISO 22036:2008
Молібден, мг/кг	0,06	±0,03	-	ГОСТ Р 50689-84, п. 6.2, ISO 22036:2008
Мідь, мг/кг	<0,12*	-	-	ДСТУ 4770.6:2007
Залізо, мг/кг	7,0	±1,7	-	ДСТУ 4770.4:2007

Цей протокол стосується лише зразків, що пройшли випробування. Протокол не може бути відтворений або розповсюджений без дозволу Інституту здоров'я рослин. На вимогу замовника можуть бути надані додаткові роз'яснювальні.

Ф 7.8-01

ВСП ТОВ «ФАБРИКА АГРОХІМІКАТІВ»
«ІНСТИТУТ ЗДОРОВ'Я РОСЛИН»
Україна, м. Черкаси, проїзд Енергобудівельників, 10.
Телефон (063) 4788858, 4788827, 4787641
Гарячa лінія 0800301401
Email: [illegible]
Сайт: [illegible]

Назва показника, одиниці вимірювання	Результат випробувань	Розширена невизначеність, U	Норма згідно НД	Позначення НД на метод випробування
Марганець, мг/кг	24,2	±4,8	-	ДСТУ 4770.1:2007
Цинк, мг/кг	0,57	±0,20	-	ДСТУ 4770.2:2007
Кадмій, мг/кг	<0,10*	-	-	ДСТУ 4770.3:2007
Хром, мг/кг	<0,18*	-	-	ДСТУ 4770.8:2007
Свинець, мг/кг	<1,5*	-	-	ДСТУ 4770.9:2007
Імідаклопрід мг/кг	0,088	±0,044	0,04	DIN EN 15662:2018-07
Тетраконазол, мг/кг	0,012	±0,006	0,1	DIN EN 15662:2018-07
Пропіпаклор, мг/кг	0,020	±0,010	0,6	DIN EN 15662:2018-07
Метолаклор, мг/кг	0,055	±0,028	0,02	DIN EN 15662:2018-07
Фіпроніл, мг/кг	Ідентифіковано (<0,01*)	-	-	DIN EN 15662:2018-07
Інші пестициди	Не виявлено[1)]	-	-	DIN EN 15662:2018-07

Примітка.

*- межа кількісного визначення

[1)]- перелік пестицидів та межі кількісного визначення наведені в Додатку 1

Додаткова інформація: результати дослідження надані на повітряно-сухий стан зразка.

Норми надано згідно «Гігієнічні нормативи і регламенти безпечного застосування пестицидів і агрохімікатів». Наказ МОЗ України №55 від 02.02.2016 року (редакція наказу МОЗ України № 1413 від 19.06.2019 року).

Розширена невизначеність вимірювання - це фактичне значення, виражене в одиницях вимірюваної величини, отримане шляхом множення стандартних невизначеностей на фактор покриття k=2, що передбачає нормальний розподіл невизначеності і приблизно відповідає 95% ймовірності покриття.

Групування грунтів за властивостями згідно нормативної документації: ДСТУ 4362:2004 Якість грунту. Показники родючості грунтів, ДСТУ 7838:2015 Якість грунту. Агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення. Оброблення та узагальнення результатів агрохімічного призначення.

Начальник сервісно-аналітичного центру І.П. Перехрест

Відповідальний за формування протоколу Н.В. Старостенко

Кінець протоколу

Цей протокол стосується тільки зразків, що пройшли випробування. Протокол не може бути відтворений та розповсюджений без дозволу Інституту здоров'я рослин. На вимогу замовника можуть бути надані докази простежуваності.

Додаток Д4

ВСП ТОВ «ФАБРИКА АГРОХІМІКАТІВ»
«ІНСТИТУТ ЗДОРОВ'Я РОСЛИН»
Україна, м. Черкаси, проїзд Енергобудівельників, 10.
Телефон (063) 4788858, 4788827, 4787641
Гаряча лінія 0800301401
Email: Institut-rosiyn@ukrsvit.ua
Сайт: https://gropcam.institute/

СЕРВІСНО-АНАЛІТИЧНИЙ ЦЕНТР
акредитований відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025:2017
Атестат акредитації Національного агентства з акредитації України № 202141 від 28.02.2020

ПРОТОКОЛ ВИПРОБУВАННЯ
№ 3298-3300-21S від 28.07.2021

Назва та адреса замовника: ТОВ "Органік-Д", Вінницька обл., Тиврійський р-н, м. Гнівань, вул. Польова, 4А
Супровідні документи: Заявка № 618S від 20.07.2021
Реєстраційний номер(-и) та ідентифікація зразка(-ів) згідно супровідної документації замовника:
3298 -21S – Грунт. Зразок №1, поле №1
3299 -21S – Грунт. Зразок №1, поле №2
3300 -21S – Грунт. Зразок №1, поле №3
Стан зразка(-ів): придатні для проведення випробувань. Зразки надійшли у промаркованій пластиковій тарі. Тара не опломбована, без пошкоджень
Інформація щодо відбирання зразка(-ів): зразки відібрані замовником
Дата одержання зразка(-ів) для випробувань: 20.07.2021
Дата(-и) проведення випробувань: 20.07.2021 – 27.07.2021
Результати випробувань:

Назва показника, одиниці вимірювання	Результат випробувань	Розширена невизначеність, U	Норми згідно НД	Позначення НД на метод випробування
3298 -21S – Грунт. Зразок №1, поле №1				
pH сольової витяжки	5,5	±0,1	-	ДСТУ ISO 10390:2007
Азот загальний мг/г	1,5	±0,2	-	ДСТУ ISO 11261:2001
Органічна речовина (гумус), %	2,5	±0,2	-	ДСТУ 4289:2004 п. 8.1 РІ 7.2-08
Рухома сірка, мг/кг	1,8	±0,5	-	ДСТУ 8347:2015
Рухомі сполуки бору, мг/кг	0,56	±0,20	-	МВВ ГОСТ Р 50688-94, п.6.1, ISO 22036:2008
Рухомі сполуки молібдену, мг/кг	<0,09*	-	-	МВВ ГОСТ Р 50689-84, п.6.2, ISO 22036:2008
Рухомі сполуки заліза, мг/кг	13	±3	-	ДСТУ 4770.4:2007
Рухомі сполуки міді, мг/кг	<0,13*	-	-	ДСТУ 4770.6:2007
Рухомі сполуки цинку, мг/кг	0,62	±0,21	-	ДСТУ 4770.2:2007
Рухомі сполуки марганцю, мг/кг	27	±5	-	ДСТУ 4770.1:2007
Рухомі сполуки калію (K_2O), мг/кг	149	±22	-	ДСТУ 4115-2002, п. 8.1 ISO 22036:2008 (м-д Чирикова)

Цей протокол стосується тільки зразків, що пройшли випробування. Протокол не можу бути відтворений та розповсюджений без дозволу Інституту здоров'я рослин. На вимогу замовника можуть бути подані дані про стандартні.

ВСП ТОВ «ФАБРИКА АГРОХІМІКАТІВ»
«ІНСТИТУТ ЗДОРОВ'Я РОСЛИН»
Україна, м. Черкаси, пров'їзд Енергобудівельників, 10
Телефон (063) 4788858, 4788827, 4787641
Гаряча лінія 0800301401
Email: institut-rosliyn@ukrtvit.ua
Сайт: https://zdorovyr.jimdo.com

Назва показника, одиниці вимірювання	Результат випробувань	Розширена невизначеність, U	Норми згідно НД	Позначення НД на метод випробування
Рухомі сполуки фосфору (P_2O_5), мг/кг	68	±11	-	ДСТУ 4115-2002, п. 8.1 ISO 22036:2008 (м-д Чирикова)
Кадмій, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	<0,36*	-	-	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Свинець, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	7,1	±1,7	-	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Ртуть, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	<0,5*	-	-	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Миш'як, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	2,3	±0,7	-	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Імідаклоприд, мг/кг	0,021	±0,01	0,04	DIN EN 15662:2018-07
Інші пестициди[1], мг/кг	<0,01*	-	-	DIN EN 15662:2018-07
3299 -21S – Грунт. Зразок №1, поле №2				
pH сольової витяжки	5,6	±0,1	-	ДСТУ ISO 10390:2007
Азот загальний мг/г	1,1	±0,1	-	ДСТУ ISO 11261:2001
Органічна речовина (гумус), %	1,9	±0,1	-	ДСТУ 4289:2004 п. 8.1 РІ 7.2-08
Рухома сірка, мг/кг	1,5	±0,5	-	ДСТУ 8347:2015
Рухомі сполуки бору, мг/кг	0,78	±0,26	-	МВВ ГОСТ Р 50688-94, п.6.1, ISO 22036:2008
Рухомі сполуки молібдену, мг/кг	<0,09*	-	-	МВВ ГОСТ Р 50689-84, п.6.2, ISO 22036:2008
Рухомі сполуки заліза, мг/кг	11	±2	-	ДСТУ 4770.4:2007
Рухомі сполуки міді, мг/кг	<0,13*	-	-	ДСТУ 4770.6:2007
Рухомі сполуки цинку, мг/кг	0,47	±0,17	-	ДСТУ 4770.2:2007
Рухомі сполуки марганцю, мг/кг	28	±5	-	ДСТУ 4770.1:2007
Рухомі сполуки калію (K_2O), мг/кг	201	±29	-	ДСТУ 4115-2002, п. 8.1 ISO 22036:2008 (м-д Чирикова)
Рухомі сполуки фосфору (P_2O_5), мг/кг	117	±18	-	ДСТУ 4115-2002, п. 8.1 ISO 22036:2008 (м-д Чирикова)
Кадмій, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	<0,36*	-	-	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008

Цей протокол стосується тільки зразків, що пройшли випробування. Протокол не може бути відтворений та розповсюджений без дозволу Інституту здоров'я рослин. На вимогу замовника полягає бути надані довгим простежуваності.

ВСП ТОВ «ФАБРИКА АГРОХІМІКАТІВ»
«ІНСТИТУТ ЗДОРОВ'Я РОСЛИН»
Україна, м. Черкаси, проїзд Енергобудівельників, 10
Телефон (063) 4788858, 4788827, 4787641
Гаряча лінія 0800361401
Email: institut-rostyn@ukrsvit.ua
Сайт: https://ctopcam.ua/dtdg/

Назва показника, одиниці вимірювання	Результат випробувань	Розширена невизначеність, U	Норми згідно НД	Позначення НД на метод випробування
Свинець, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	7,4	±1,8	–	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Ртуть, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	<0,5*	–	–	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Миш'як, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	2,1	±0,6	–	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
3300 -21S – Грунт. Зразок №1, поле №3				
pH сольової витяжки	5,3	±0,1	–	ДСТУ ISO 10390:2007
Азот загальний мг/г	1,5	±0,2	–	ДСТУ ISO 11261:2001
Органічна речовина (гумус), %	2,2	±0,2	–	ДСТУ 4289:2004 п. 8.1 РІ 7.2-08
Рухома сірка, мг/кг	7,2	±1,7	–	ДСТУ 8347:2015
Рухомі сполуки бору, мг/кг	0,45	±0,16	–	МВВ ГОСТ Р 50688-94, п.6.1, ISO 22036:2008
Рухомі сполуки молібдену, мг/кг	<0,09*	–	–	МВВ ГОСТ Р 50689-84, п.6.2, ISO 22036:2008
Рухомі сполуки заліза, мг/кг	17	±4	–	ДСТУ 4770.4:2007
Рухомі сполуки міді, мг/кг	<0,13*	–	–	ДСТУ 4770.6:2007
Рухомі сполуки цинку, мг/кг	1,1	±0,35	–	ДСТУ 4770.2:2007
Рухомі сполуки марганцю, мг/кг	33	±6	–	ДСТУ 4770.1:2007
Рухомі сполуки калію (K_2O), мг/кг	154	±23	–	ДСТУ 4115-2002, п. 8.1 ISO 22036:2008 (м-д Чирикова)
Рухомі сполуки фосфору (P_2O_5), мг/кг	132	±20	–	ДСТУ 4115-2002, п. 8.1 ISO 22036:2008 (м-д Чирикова)
Кадмій, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	<0,36*	–	–	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Свинець, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	7,3	±1,7	–	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Ртуть, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	<0,5*	–	–	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Миш'як, розчинний в азотній кислоті, мг/кг	1,9	±0,5	–	ISO 16729:2013 ISO 22036:2008
Імідаклоприд, мг/кг	0,017	±0,009	0,04	DIN EN 15662:2018-07
Інші пестициди[6], мг/кг	<0,01*	–	–	DIN EN 15662:2018-07

Цей протокол стосується тільки зразків, що пройшли випробування. Протокол не може бути відтворений та розповсюджений без дозволу Інституту здоров'я рослин. Не скоро здійснюється можуть бути надані докази простежуваності.

ВСП ТОВ «ФАБРИКА АГРОХІМІКАТІВ»
«ІНСТИТУТ ЗДОРОВ'Я РОСЛИН»
Україна, м. Черкаси, проїзд Енергобудівельників, 10
Телефон (063) 4788858, 4788827, 4787641
Гаряча лінія 0800301401
Email: institut-roslyn@ukravit.ua
Сайт: https://ecopower.institute/

Примітка.

*) межа кількісного визначення

**) перелік пестицидів, що визначалися наведено в Додатку 1

Додаткова інформація: результати дослідження окрім залишків пестицидів надані на повітряно-сухий стан зразків.

РІ 7.2-08 - Робоча інструкція. Виконання вимірювання вмісту органічної речовини (ДСТУ 4289:2004).

Розширена невизначеність вимірювання – це фактичне значення, виражене в одиницях вимірюваної величини, отримане шляхом множення стандартних невизначеностей на фактор покриття k=2, що передбачає нормальний розподіл невизначеності і приблизно відповідає 95% ймовірності покриття.

Начальник сервісно-аналітичного центру І.П. Перехрест

Відповідальний за формування протоколу Н.В. Жукова

Кінець протоколу.

Цей протокол стосується тільки зразків, що продукта випробувалися. Протокол не може бути відтворений та розповсюджений без дозволу Інституту здоров'я рослин. На вимогу замовника можуть бути надані дозволи простежуваності.

Додаток Ж

Дисперсійний аналіз кількості качанів у гібриду кукурудзи Кампоні КС

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	1,11	1,07	1,15	3,3	1,1
2	1,13	1,11	1,16	3,4	1,1
3	1,32	1,28	1,32	3,9	1,3
4	1,35	1,31	1,36	4,0	1,3
5	1,35	1,31	1,36	4,0	1,3
6	1,36	1,31	1,37	4,0	1,3
7	1,36	1,31	1,37	4,0	1,3
8	1,36	1,28	1,37	4,0	1,3
Сума	10,3	10,0	10,5	30,8	1,3

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	0,2	23			
A	0,0	2			
B	0,2	7	0,0	243,6	2,76
Інші	0,0	14	0,0		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	0,5%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж₁

Дисперсійний аналіз кількості рядів зерен качана у гібриду кукурудзи Кампоні КС

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	14,9	14,8	14,9	44,6	14,9
2	15,1	15,0	15,0	45,1	15,0
3	15,0	14,8	14,9	44,7	14,9
4	15,2	15,2	15,3	45,7	15,2
5	15,2	15,2	15,3	45,7	15,2
6	15,4	15,4	15,6	46,4	15,5
7	15,5	15,4	15,6	46,5	15,5
8	15,5	15,4	15,6	46,5	15,5
Сума	121,8	121,2	122,2	365,2	15,2

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	1,6	23			
A	0,1	2			
B	1,4	7	0,2	57,6	2,76
Інші	0,0	14	0,0		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	0,2%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж₂

Дисперсійний аналіз кількості зерен в ряді у гібриду кукурудзи Кампоні КС

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	40,5	38,2	39,6	118,3	39,4
2	43	40,8	42,1	125,9	42,0
3	46,2	43,8	45,2	135,2	45,1
4	46,3	43,8	45,4	135,5	45,2
5	46,3	43,7	45,5	135,5	45,2
6	46,3	43,8	45,4	135,5	45,2
7	47,5	45,4	46,8	139,7	46,6
8	46,3	44,8	45,4	136,5	45,5
Сума	362,4	344,3	355,4	1062,1	44,3

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	137,0	23			
A	20,8	2			
B	115,6	7	16,5	384,8	2,76
Інші	0,6	14	0,0		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	0,3%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж3

Дисперсійний аналіз маси 1000 зерен у гібриду кукурудзи Кампоні КС

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	236,8	218,2	229,3	684,3	228,1
2	240,3	225,2	237,7	703,2	234,4
3	246,7	233,3	242,3	722,3	240,8
4	251,5	234,5	246,5	732,5	244,2
5	254,7	241,5	249,8	746,0	248,7
6	279,5	254,3	271,9	805,7	268,6
7	303	269,5	295,7	868,2	289,4
8	289,1	267,2	283,4	839,7	279,9
Сума	2101,6	1943,7	2056,6	6101,9	254,2

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	12326,2	23			
A	1654,3	2			
B	10472,7	7	1496,1	105,1	2,76
Інші	199,2	14	14,2		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	0,9%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж4

Дисперсійний аналіз урожайності гібриду кукурудзи Кампоні КС

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	7,23	6,02	7,09	20,3	6,8
2	8,04	6,98	7,94	23,0	7,7
3	10,29	8,83	9,82	28,9	9,6
4	10,9	9,33	10,62	30,9	10,3
5	11,03	9,58	10,78	31,4	10,5
6	12,36	10,25	12,03	34,6	11,5
7	13,83	11,26	13,49	38,6	12,9
8	12,87	10,76	12,54	36,2	12,1
Сума	86,6	73,0	84,3	243,9	10,2

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	107,0	23			
A	13,2	2			
B	92,7	7	13,2	159,9	2,76
Інші	1,2	14	0,1		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	1,6%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж$_5$

Дисперсійний аналіз передзбиральної вологості зерна у гібриду кукурудзи Кампоні КС

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	19,6	17,2	19,5	56,3	18,8
2	20,1	18,9	20	59,0	19,7
3	20,6	19,4	20,3	60,3	20,1
4	20,9	19,7	20,4	61,0	20,3
5	21,3	19,8	21,1	62,2	20,7
6	22,5	21,7	22,4	66,6	22,2
7	24,8	22,8	23,9	71,5	23,8
8	23,9	22,5	23,6	70,0	23,3
Сума	173,7	162,0	171,2	506,9	21,1

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	79,5	23			
A	9,5	2			
B	68,7	7	9,8	98,9	2,76
Інші	1,4	14	0,1		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	0,9%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж₆

Дисперсійний аналіз діаметра коренеплоду моркви гібриду Болівар F_1

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	3,7	3,5	3,6	10,8	3,6
2	4	3,7	3,9	11,6	3,9
3	4,2	4,1	4,2	12,5	4,2
4	4,6	4,4	4,5	13,5	4,5
5	4,8	4,7	4,9	14,4	4,8
6	5,5	5,2	5,4	16,1	5,4
7	6,1	5,8	6	17,9	6,0
8	5,6	5,3	5,6	16,5	5,5
Сума	38,5	36,7	38,1	113,3	4,7

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	15,0	23			
A	0,2	2			
B	14,8	7	2,1	681,8	2,76
Інші	0,0	14	0,0		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	0,7%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж7

Дисперсійний аналіз маси коренеплоду моркви гібриду Болівар F_1

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	68,9	61,6	64,3	194,8	64,9
2	73,2	65,8	69,3	208,3	69,4
3	77,5	68,8	73,9	220,2	73,4
4	81,4	72,1	77,6	231,1	77,0
5	83,9	72,6	80,9	237,4	79,1
6	87,6	73,4	85,6	246,6	82,2
7	96,3	84,1	91,5	271,9	90,6
8	90,4	78,3	86,4	255,1	85,0
Сума	659,2	576,7	629,5	1865,4	77,7

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	1955,7	23			
A	436,5	2			
B	1480,8	7	211,5	77,3	2,76
Інші	38,3	14	2,7		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	1,2%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж₈

Дисперсійний аналіз маси гички з 1 коренеплоду моркви гібриду Болівар F_1

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	10,6	9,1	11,2	30,9	10,3
2	16,8	13,9	17,3	48,0	16,0
3	23,5	19	23,2	65,7	21,9
4	25,6	19,8	26,7	72,1	24,0
5	27,8	21,4	28,5	77,7	25,9
6	29,5	26,3	30,1	85,9	28,6
7	36,4	31,9	34,7	103,0	34,3
8	30,8	28,7	30,5	90,0	30,0
Сума	201,0	170,1	202,2	573,3	23,9

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	1372,7	23			
A	82,8	2			
B	1271,6	7	181,7	138,8	2,76
Інші	18,3	14	1,3		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	2,8%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж₉

Дисперсійний аналіз урожайності коренеплодів моркви гібриду Болівар F_1

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	51,68	46,2	48,23	146,1	48,7
2	54,9	49,35	51,98	156,2	52,1
3	58,13	51,6	55,43	165,2	55,1
4	61,05	54,08	58,2	173,3	57,8
5	62,93	54,45	60,68	178,1	59,4
6	65,7	55,05	64,2	185,0	61,7
7	72,23	63,08	68,63	203,9	68,0
8	67,8	58,73	64,8	191,3	63,8
Сума	494,4	432,5	472,2	1399,1	58,3

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	1100,1	23			
A	245,6	2			
B	833,0	7	119,0	77,4	2,76
Інші	21,5	14	1,5		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	1,2%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж$_{10}$

Дисперсійний аналіз діаметра коренеплоду буряка столового гібриду Кестрел F$_1$

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	6,55	6,22	6,36	19,1	6,4
2	7,13	6,39	6,79	20,3	6,8
3	7,96	6,87	7,65	22,5	7,5
4	8,56	7,97	8,32	24,9	8,3
5	9,43	8,45	8,95	26,8	8,9
6	9,75	9,28	9,45	28,5	9,5
7	10,94	10,08	10,35	31,4	10,5
8	10,37	9,65	10,15	30,2	10,1
Сума	70,7	64,9	68,0	203,6	8,5

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	50,4	23			
A	2,1	2			
B	48,0	7	6,9	323,3	2,76
Інші	0,3	14	0,0		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	1,0%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж$_{11}$

Дисперсійний аналіз маси коренеплоду буряка столового гібриду Кестрел F$_1$

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	150,6	140,2	145,5	436,3	145,4
2	160,3	146,1	156,2	462,6	154,2
3	181,3	152,1	170,9	504,3	168,1
4	192,5	173,6	180,2	546,3	182,1
5	195,6	185,9	193,8	575,3	191,8
6	212,7	200,4	206,6	619,7	206,6
7	235,3	226,2	230,7	692,2	230,7
8	215,6	209,3	213,7	638,6	212,9
Сума	1543,9	1433,8	1497,6	4475,3	186,5

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	19483,8	23			
A	764,0	2			
B	18509,6	7	2644,2	176,1	2,76
Інші	210,2	14	15,0		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	1,2%	t_{05}=	2,14

Додаток Ж$_{12}$

Дисперсійний аналіз урожайності коренеплодів буряка столового гібриду Кестрел F$_1$

Варіант	Повторення, Р			Середнє	Різниця
	1	2	3		
1	64,76	60,29	62,57	187,6	62,5
2	68,93	62,81	67,17	198,9	66,3
3	77,96	65,41	73,49	216,9	72,3
4	82,78	74,64	77,49	234,9	78,3
5	84,11	79,92	83,33	247,4	82,5
6	91,46	86,18	88,84	266,5	88,8
7	101,18	97,27	99,2	297,7	99,2
8	92,71	90	91,89	274,6	91,5
Сума	663,9	616,5	644,0	1924,4	80,2

Джерела варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				Fф	F_{05}
Загальна	3602,6	23			
A	141,4	2			
B	3422,4	7	488,9	176,2	2,76
Інші	38,8	14	2,8		
Точність досліду		$S_{x\%}$=	1,2%	t_{05}=	2,14

Додаток К

УКРАЇНА
ВІННИЦЬКА ОБЛАСНА ВІЙСЬКОВА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ МІЖНАРОДНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА
ТА РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ
21036, м. Вінниця, Хмельницьке шосе,7, тел.(0432) 66-14-38, факс (0432) 53-09-59
http://www.vin.gov.ua E-mail: mail@vin.gov.ua

19.04.2022 679/7-1
на № **від**

ДОВІДКА
ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів дисертації Кричковського Вадима Юрійовича
на тему: «Ефективність використання органічних решток після обробки в біогазовій установці при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу правобережного»

Впродовж 2019-2021 років у області проведені дослідження за тематикою дисертації Кричковського Вадима Юрійовича, які стосуються вирощуванню гібридів зернової кукурудзи, моркви та буряків столових, що активно впроваджувались у виробництво та наукову практику протягом 2021 року та І кварталу 2022 року.

За результатами проведених досліджень встановлено перевагу та ефективність використання біоорганічного добрива «Ефлюенто» у нормі 55 т/га. Це, в свою чергу, сприяло зростанню врожайності кукурудзи на 25-40%, моркви і буряка на 60-70% та рівню рентабельності вирощування даних культур, що позитивно впливає на можливості аграріїв до розширеного відтворення виробничого потенціалу і впровадження нових технологій.

Одночасно науковцем встановлено параметри поліпшення родючості сірих лісових ґрунтів під час використання біоорганічного добрива «Ефлюенто».

Економічна, біоенергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур від застосування оптимізованої системи удобрення показує на не високу затратність та позитивну дію їх на елементи структури врожаю, продуктивність та якісні показники продукції.

Кричковський В.Ю. приймав активну участь у проведенні семінарів, нарад з питань виробництва зернової кукурудзи. Опубліковані ним наукові праці та монографія «Маркетингове дослідження ринку овочевої продукції в Україні» знайшла визнання у фахівців господарств різних форм власності, які займаються вирощуванням зернової кукурудзи, моркви та буряків столових і науковців науково-дослідних установ.

В.о. директора Департаменту **Інесса РАТУШНЯК**

Додаток К$_1$

Organic D

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ

«ОРГАНІК-Д»

ТОВ «ОРГАНІК-Д» код ЄДРПОУ 41719602; ІПН 417196042213;
23310, Вінницька область, Товрівський район, м. Гнівань,
вул. Польова, 4А; р/р UA143005280000026009455066528 в АТ «ОТП БАНК»
e-mail: organik.d.ltd@gmail.com; тел.(096) [illegible]

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор Вінницького національного аграрного університету
_____ Мазур В.А.
«__» _____ 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «Органік-Д»
_____ Кричковський В.Ю.
«20» _____ 2022 р.

АКТ від 20.04 2022 року
впровадження завершеної науково-технічної розробки

1. Назва науково-дослідної установи: Вінницький національний аграрний університет, кафедра рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.

2. Назва впровадженої НТР: Ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових в умовах Лісостепу правобережного

3. Автор впровадженої НТР: Кричковський Вадим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету

4. Впровадження проводилось: ТОВ «Органік-Д» м. Гнівань, Вінницького району, Вінницької області.

5. Відповідальні за проведення впровадження:

- від Вінницького національного аграрного університету: Кричковський Вадим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету.

- від господарства ТОВ «Органік-Д»: Пасічний Олександр Олександрович, головний агроном господарства.

6. Умови проведення впровадження: агрокліматична зона – Лісостеп, грунти сірі лісові.

7. Обсяг впровадження: кукурудза на зерно - 150 га, морква – 30 га, буряки столові – 15 га.

8. Період впровадження – 2020 – 2021 р.

9. Результати впровадження: Збільшення урожайності зерна кукурудзи від застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» отриманого на основі дигестату біогазових стацій становило 2,8-6,8 т/га, моркви – 8,85-15,97 т/га, буряків столових – 25,89-26,27 т/га.

10. Рекомендації виробництву: Для отримання високого рівня урожайності кукурудзи на зерно та підвищення якості продукції необхідно застосовувати біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га.

Відповідальні виконавці:

асистент кафедри рослинництва,
селекції та біоенергетичних культур
Вінницького національного
аграрного університету _____ В. Ю. Кричковський

Головний агроном
ТОВ «Органік-Д» _____ О. Ц. Пасічний

Акт складений «27» ____04____ 2022 р.

Додаток К₂

Результати впровадження дисертаційної роботи
«Ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових в умовах Лісостепу правобережного» у господарстві
ТОВ «Органік-Д»
Вінницького району
Вінницької області у 2020-2021 рр.

В господарстві ТОВ «Юзефо-миколаївський АПК» впродовж 2020-2021 років запроваджувалась оптимізована система удобрення кукурудзи, моркви та буряків столових на основі використання біоорганічного добрива «Ефлоенго», яка розроблена асистентом кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету Кричковським Вадимом Юрійовичем. Загальна площа, на якій відбувались дослідження агротехнологічних елементів вирощування кукурудза на зерно - 150 га, морква – 30 га, буряки столові – 15 га. Приріст урожайності становив: кукурудза на зерно 2,8-6,8 т/га, моркви – 8,85-15,97 т/га., буряків столових – 25,89-26,27 т/га, а рентабельність зростала кукурудза на зерно 36-40%, моркви – 80-112%, буряків столових – 160-180 т/га.,%.

В результаті вирощування зернової кукурудзи, моркви та буряків столових із врахуванням оптимізованої системи удобрення, в господарстві спостерігалося не лише зростання урожайності але і покращення якості зерна та коренеплодів.

Головний агроном
ТОВ «Органік-Д» О.О. Пасічний

Додаток К3

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «СУБЕКОН»

вул. Житнева, 51, смт. Сутиски, Вінницький район Вінницької області, 23120
код ЄДРПОУ 38731462; ІПН 387314602216; e-mail: [illegible]; тел.(067) 430 70 88
IBAN UA 573826[illegible] в АТ КБ «ПриватБанк»;

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор Вінницького національного аграрного університету
_____ Мазур В.А.
«___» _____ 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «Субекон»
_____ Жуковський К.Б.
«___» _____ 2022 р.

АКТ від 20.04 2022 року

впровадження завершеної науково-технічної розробки

1. Назва науково-дослідної установи: Вінницький національний аграрний університет, кафедра рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.

2. Назва впровадженої НТР: Ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових в умовах Лісостепу правобережного

3. Автор впровадженої НТР: Кричковський Вадим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету

4. Впровадження проводилось: ТОВ «Субекон» с. Петрик, Літинського району, Вінницької області.

5. Відповідальні за проведення впровадження:

– від Вінницького національного аграрного університету: Кричковський Вадим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету.

- від господарства ТОВ «Субекон»: Жуковський Костянтин Борисович, директор господарства.

6. Умови проведення впровадження: агрокліматична зона - Лісостеп, ґрунти сірі лісові.

7. Обсяг впровадження: кукурудза на зерно - 60 га.

8. Період впровадження – 2020 – 2021 р.

9. Результати впровадження: Збільшення урожайності зерна кукурудзи від застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» отриманого на основі дигестату біогазових станцій становило 2,9-4,2 т/га.

10. Рекомендації виробництву: Для отримання високого рівня урожайності кукурудзи на зерно та підвищення якості продукції необхідно застосовувати біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га.

Відповідальні виконавці:

асистент кафедри рослинництва,
селекції та біоенергетичних культур
Вінницького національного
аграрного університету В. Ю. Кричковський

Директор
ТОВ «Субекова» І. І. Куковський

Акт складений «20» 04 2022 р.

Додаток К4

Результати впровадження
дисертаційної роботи
«Ефективність використання
дигестату біогазових станцій при
вирощуванні кукурудзи, моркви та
буряків столових в умовах
Лісостепу правобережного» у
господарстві
ТОВ «Субекон»
Літинського району
Вінницької області у 2020-2021 рр.

В господарстві ТОВ «Субекон» впродовж 2020-2021 років запроваджувалась оптимізована система удобрення кукурудзи, моркви та буряків столових на основі використання біоорганічного добрива «Ефлюент», яка розроблена асистентом кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету Кричковським Вадимом Юрійовичем. Загальна площа, на якій відбувались дослідження агротехнологічних елементів вирощування кукурудза на зерно - 60 га. Приріст урожайності становив: кукурудза на зерно 2,9-4,2 т/га, а рентабельність зростала кукурудза на зерно 30-40%.

В результаті вирощування зернової кукурудзи, моркви та буряків столових із врахуванням оптимізованої системи удобрення, в господарстві спостерігалося не лише зростання урожайності але і покращення якості зерна та коренеплодів.

Директор ТОВ «Субекон» К.Б. Жуковський

Додаток К5

YM-BGCo
ЮЗЕФО-МИКОЛАЇВСЬКА БІОГАЗОВА КОМПАНІЯ

ТОВ "Ю-М БГК", Україна, 22162,
Вінницька область, Козятинський район,
с. Михайлин

+38 (0432) 37 2 93
Ym.bgk2010@gmail.com

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор Вінницького національного аграрного університету
_____ Мазур В.А.
«___» _____ 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «Юзефо-Миколаївська біогазова компанія»
_____ Джурик О.Р.
«12» 04 2022 р.

АКТ від 12.04. 2022 року
впровадження завершеної науково-технічної розробки

1. Назва науково-дослідної установи: *Вінницький національний аграрний університет, кафедра рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.*

2. Назва впровадженої НТР: *Ефективність використання органічних решток після обробки в біогазовій установці при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу правобережного*

3. Автори впровадженої НТР: *Кричковський Вадим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету*

4. Впровадження проводилось: *ТОВ «Юзефо-Миколаївська біогазова компанія»» с. Михайлин, Козятинського району, Вінницької області.*

5. Відповідальні за проведення впровадження:

- від Вінницького національного аграрного університету: *Кричковський Вадим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету.*

- від господарства ТОВ «Юзефо-Миколаївська біогазова компанія»: *Джурик Олег Романович, директор господарства.*

6. Умови проведення впровадження: *агрокліматична зона - Лісостеп, грунти чорноземи малогумусні.*

7. Обсяг впровадження: *кукурудза на зерно - 250 га.*

8. Період впровадження – *2021 – 2022 р.*

9. Результати впровадження: *Збільшення урожайності зерна кукурудзи від застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» отриманого на основі дигестату біогазових станцій становило 2,6-3,4 т/га.*

10. Рекомендації виробництву: *Для отримання максимального рівня урожайності кукурудзи на зерно та підвищення якості продукції необхідно застосовувати біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га.*

Відповідальні виконавці:
асистент кафедри рослинництва,
селекції та біоенергетичних культур
Вінницького національного
аграрного університету _____ В. Ю. Кричковський

Директор
ТОВ «Юзефо-Миколаївська біогазова компанія» _____ О. Р. Джурик

Акт складений «12» 04 2022 р.

Додаток К₆

YM-BGCo
ЮЗЕФО-МИКОЛАЇВСЬКА БІОГАЗОВА КОМПАНІЯ

ТОВ "Ю-М БГК", Україна, 22684,
Вінницька область, Козятинський район,
с. Миколаїв

+38 (04342) 37 2 92
Ym.bgkcom@gmail.com

Результати впровадження ефективності використання органічних решток після обробки в біогазовій установці при вирощуванні сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу правобережного у господарстві ТОВ «Юзефо-Миколаївській біогазовій компанії» Козятинського району Вінницької області у 2021-2022 рр.

В господарстві ТОВ «Юзефо-Миколаївська біогазова компанія» впродовж 2021-2022 років запроваджувалась оптимізована система удобрення кукурудзи на основі використання біоорганічного добрива «Ефлюент», яка розроблена асистентом кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету Кричковським Вадимом Юрійовичем. Загальна площа, на якій відбувались дослідження агротехнологічних елементів вирощування кукурудзи на зерно становила 250 га. Приріст урожайності становив 2,6-3,4 т/га, а рентабельність зростала на 20-30%.

В результаті вирощування зернової кукурудзи, із врахуванням оптимізованої системи удобрення, в господарстві спостерігалося не лише зростання урожайності але і покращення якості зерна.

Директор господарства

Головний агроном

Додаток К7

Товариство з обмеженою відповідальність

«НИВА ОРГАНІК»

код ЄДРПОУ 41907674; 23320, Вінницька область, Тиврівський район, смт. Сутиски, вул. Жовтнева, 132; ; п/р UA673023890000026005055354635 в АТ КБ «ПриватБанк»; МФО 302689
e-mail: niva.organik@gmail.com; тел.(067) 365 14 11

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор Вінницького національного аграрного університету
_____ Мазур В.А.
«___» _____ 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор ТОВ «Нива Органік»
_____ Ткач О.І.
«___» _____ 2022 р.

АКТ від 27.04 2022 року

впровадження завершеної науково-технічної розробки

1. Назва науково-дослідної установи: Вінницький національний аграрний університет, кафедра рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.

2. Назва впровадженої НТР: Ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових в умовах Лісостепу правобережного

3. Автор впровадженої НТР: Кричковський Валим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету

4. Впровадження проводилось: ТОВ «Нива Органік» смт. Сутиски, Вінницького району, Вінницької області.

5. Відповідальні за проведення впровадження:

- від Вінницького національного аграрного університету: Кричковський Вадим Юрійович – асистент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету.

- від господарства ТОВ «Органік-Д»: Ткач Олена Іванівна, директор господарства.

6. Умови проведення впровадження: агрокліматична зона - Лісостеп, грунти сірі лісові.

7. Обсяг впровадження: кукурудза на зерно - 100 га, морква – 10 га, буряки столові – 10 га.

8. Період впровадження – 2020 – 2021 р.

9. Результати впровадження: Збільшення урожайності зерна кукурудзи від застосування біоорганічного добрива «Ефлюент» отриманого на основі дигестату біогазових станцій становило 3,1-4,5 т/га, моркви – 10,6-16,3 т/га, буряків столових – 12,3-25,72 т/га.

10. Рекомендації виробництву: Для отримання високого рівня урожайності кукурудзи на зерно та підвищення якості продукції необхідно застосовувати біоорганічне добриво «Ефлюент» у нормі 55 т/га.

Відповідальні виконавці:

асистент кафедри рослинництва,
селекції та біоенергетичних культур
Вінницького національного
аграрного університету В. Ю. Кричковський

Директор
ТОВ «Нива Органік» О.І. Ткач

Акт складений «21» 09 2022 р.

Додаток К₈

Результати впровадження дисертаційної роботи
«Ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні кукурудзи, моркви та буряків столових в умовах Лісостепу правобережного» у господарстві
ТОВ «Нива Органік»
Вінницького району
Вінницької області у 2020-2021 рр.

В господарстві ТОВ «Нива Органік» впродовж 2020-2021 років запроваджувалась оптимізована система удобрення кукурудзи, моркви та буряків столових на основі використання біоорганічного добрива «Ефлюент», яка розроблена асистентом кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету Кричковським Вадимом Юрійовичем. Загальна площа, на якій відбувались дослідження агротехнологічних елементів вирощування кукурудза на зерно - 100 га, морква – 10 га, буряки столові – 10 га. Приріст урожайності становив: кукурудза на зерно 3,1-4,5 т/га, моркви – 10,6-16,3 т/га, буряків столових – 12,3-25,7 т/га, а рентабельність зростала кукурудза на зерно 25-45%, моркви – 64-105%, буряків столових – 90-150%.

В результаті вирощування зернової кукурудзи, моркви та буряків столових із врахуванням оптимізованої системи удобрення, в господарстві спостерігалося не лише зростання урожайності але і покращення якості зерна та коренеплодів.

Директор ТОВ «Нива Органік» О.І. Ткач