

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ПІДДУБНА АНТОНІНА МИКОЛАЇВНА

УДК:635:006.85]:631.583:583(477.4)(292.485)(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ЯКІСТЬ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗА ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ 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


_____ А.М. Піддубна

Науковий керівник:
Разанов Сергій Федорович доктор
сільськогосподарських наук, професор

АНОТАЦІЯ

Піддубна А.М. Якість овочевої продукції за інтенсивного землеробства в умовах зміни клімату Лісостепу Правобережного. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 Агрономія. Вінницький національний аграрний університет, Вінниця. 2024.

Дисертаційна робота присвячена вивченню вмісту важких металів у овочах в умовах інтенсивного землеробства за сучасних кліматичних змін.

Наукова новизна результатів досліджень полягає у вивченні урожайності та інтенсивності накопичення важких металів овочами за різного зволоження ґрунтів, мінерального їх удобрення та періоду тривалості їх вегетації в сучасних екологічних умовах Лісостепу Правобережного.

Сучасний агроекологічний стан ґрунтів характеризується різноманітним забрудненням та деградацією внаслідок інтенсифікації галузі рослинництва. Зокрема, мінімізація культур в сівозміні, максимальне використання мінеральних добрив та застосування засобів боротьби з бур'янами і шкідниками рослин, призводить до накопичення у вирощеній продукції різних токсикантів в тім числі і важких металів.

Кліматичні фактори в сучасних умовах різко змінюються, а саме в умовах Лісостепу на 0,5 °C відбулось підвищення температури, як в літній так і в зимовий періоди. Суттєві зміни протягом року спостерігаються і з зниженням кількості опадів, але поряд з цим відмічено аномально високі норми, що випадають за короткий період.

Певні зміни відбулись і у технології вирощуванні овочевих культур, а саме способи підвищення урожайності, які переважно базуються на використанні високих норм мінеральних добрив та порівняно мало органічних. Тобто сучасні природно-кліматичні та виробничі умови вирощування овочів характеризуються певними особливостями від яких

залежить, як урожайність так і якість виробленої продукції. Особливого занепокоєння як у практиків так і у науковців набуває зростаючий рівень накопичення в ґрунтах сільськогосподарських угідь важких металів, які мігрують у овочі знижуючи їх якість та безпеку.

Надходження важких металів у атмосферне повітря з викидами промисловості з часом призводить до осідання їх на поверхню літосфери забруднюючи ґрунти, тим самим створюючи певні проблеми виробництва продукції рослинництва в тім числі і овочівництва. Водночас, необхідно відмітити і надходження важких металів у ґрунти внаслідок їх використання в сільськогосподарському виробництві особливо у рослинництві. На сьогоднішній час в умовах Лісостепу Правобережного виробником овочів, є як індивідуальні власники, так і фермерські господарства в яких технології вирощування можуть в певній мірі відрізнитись. За даного виробництва не завжди можливо спрогнозувати інтенсивність надходження важких металів у овочі. Тому вирощування овочів за таких умов має бути під постійним контролем за їх якість та безпекою.

У вступній частині кваліфікаційної наукової праці обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету і завдання, висвітлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі наведено аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел стосовно вирощування овочевої продукції, факторів, що формують урожайність, якість і безпеку продукції овочівництва, характеристику джерел надходження важких металів в навколишнє середовище та наслідки використання рослинної продукції одержаної в умовах забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами в харчуванні населення.

У другому розділі проведено аналіз ґрунтово-кліматичних умов дослідження, спостереження та аналіз погодних умов, що склалися під час вегетаційного періоду овочевої продукції. Проаналізовані сприятливі і

несприятливі роки вирощування культури за гідротермічним режимом. Надано характеристику досліджуваним сортам, описано методи дослідження.

У розділах експериментальних напрямків дисертаційної роботи описані результати досліджень накопичення важких металів та мікроелементів овочами за сучасного техногенного навантаження, в умовах закритого ґрунту, за різного періоду їх вирощування та за різного мінерального удобрення. Обґрунтовано економічну оцінку результатів досліджень.

Дослідження за темою дисертації проводили впродовж 2021-2023 років на сірих лісових ґрунтах Вінниччини в умовах Лісостепу Правобережного. За результатами дослідження встановлено, що у сірому лісовому ґрунті вміст кадмію складав 0,22 мг/кг, що нижче за ГДК у 3,2 раза, однак вміст цього токсиканта перевищував допустимі рівні у плодах гороху овочевого у 1,6 раза, тоді як у плодах кабачків та огірків перевищень даного елемента не спостерігалось. Вміст цинку і міді у плодах гороху, кабачків та огірків не перевищував ГДК.

Вирощування редьки посівної та салату листового в умовах постійного техногенного навантаження на ґрунти, супроводжувалося зниженням вмісту в даних овочах свинцю, кадмію та цинку на захищених ґрунтах у 1,5 і 1,5 раза та 1,05 раза і 1,8 раза та 1,23 раза 1,12 раза порівняно з аналогічною продукцією вирощеною в умовах відкритого ґрунту.

Коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію та цинку у салаті листовому та редьці посівній вирощених на відкритих ґрунтах був вищим у 2,0 і 2,0 раза, 1,8 і 1,6 раза та 1,12 і 1,2 раза порівняно з аналогічною продукцією вирощеною в умовах закритого ґрунту.

Виявлено певну різницю накопичення важких металів одними і тими овочами за осіннього та весняного їх посіву. Зокрема концентрація цинку та міді була нижча у головках часнику на 16,4% та 10,7%, коренеплодах моркви на 30% та 18,7% і листі петрушки на 26% та 36,2% весняного посіву,

порівняно з осіннім посівом, тоді як кадмію навпаки вищою на 65%, 26,0% та 15,5% відповідно.

Коефіцієнт накопичення кадмію у головках часнику, коренях моркви та листі петрушки за весняного посіву був вищим на 64,7%, 23,7% та 15,3%, а цинку та міді нижчим на 11,1% і 30%, 16,6% і 37,1% та 20% і 12,5% порівняно з овочами осіннього висіву.

За суми опадів (98 – 134 мм) у період формування вегетативної маси виявлено зниження концентрації свинцю та кадмію у петрушці на 11,8% і 24,5%, кропу на 18,2% і 29,7% та шпинату на 17,6% і 23,5% відповідно порівняно із зволоженням за цей період (30 – 37 мм).

Коефіцієнт накопичення свинцю та кадмію у листовій масі петрушки, кропу та шпинату за рівня зволоження ґрунту 98 – 134 мм був нижчим на 17,5% і 22,9%, 14,9% і 34,4% та 15,9% і 16,1% відповідно порівняно із рівнем зволоженням ґрунтів 30 – 37 мм.

Удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}) сприяло підвищенню вмісту у часнику кадмію на 33,3%, удобрення калієм хлористим (K_{90}) на 33,3%, та суперфосфатом простим (P_{60}) на 33,3% відповідно.

Вміст цинку у часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}) та калієм хлористим (K_{90}) підвищився на 5% і 3,5% відповідно, а за комплексного добрива $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим (P_{60}) навпаки знизився на 10,8% і 9,0% відповідно. Удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}) і калієм хлористим (K_{90}) сприяло підвищенню вмісту міді у часнику на 4,8% і 10,4% відповідно, тоді як за удобрення комплексного добрива ($N_{60}P_{60}K_{90}$) та лише суперфосфатом простим (P_{60}) навпаки знижувався на 7,0% і 9,0% відповідно.

Вміст кадмію у часнику був вищим за гранично допустимі концентрації на 33,3% за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}), калієм хлористим (K_{90}), комплексним добривом ($N_{60}P_{60}K_{90}$), суперфосфатом простим (P_{60}). Вміст цинку та міді у часнику за удобрення ґрунтів був нижчий за гранично допустимі концентрації. Зокрема вміст цинку і міді в часнику був нижчим за

гранично допустимі рівні відповідно за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}) у 2,2 рази і 3,5 рази, калієм хлористим (K_{90}) у 2,1 рази і 3,1 рази, комплексним добривом ($N_{60}P_{60}K_{90}$) у 2,5 і 3,7 рази та суперфосфатом простим (P_{60}) у 2,4 рази і 3,5 рази.

Удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}) та калієм хлористим (K_{90}) вміст у цибулі цинку підвищився на 1,1% та 7,0% відповідно порівняно з варіантом без удобрення. За удобрення ґрунтів комплексним добривом ($N_{60}P_{60}K_{90}$) та суперфосфатом простим (P_{60}) вміст цинку у цибулі навпаки був нижчим на 2,3% і 4,7% відповідно порівняно з варіантом без удобрення.

Водночас виявлено, що вміст цинку і міді у цибулі був нижчий за ГДК за удобрення аміачною селітрою (N_{60}) у 5,8 рази і 10,2 рази, калієм хлористим (K_{90}) у 5,8 рази і 13,8 рази, за комплексного удобрення ($N_{60}P_{60}K_{90}$) у 6,0 рази і 20 разів, та суперфосфатом простим (P_{60}) у 6,1 рази і 10,6 рази відповідно.

Коефіцієнт небезпеки цинку і міді у цибулі не перевищував граничний показник 1,0, він був нижчий за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}) у 5,8 рази і 13,8 рази, калієм хлористим (K_{90}) у 5,5 рази і 11,6 рази, комплексним добривом ($N_{60}P_{60}K_{90}$) у 6,0 рази і 20 разів та суперфосфатом простим (P_{60}) у 6,1 рази і 10,6 рази відповідно.

Ключові слова: овочеві культури, ґрунт, сорт, важкі метали, накопичення, зволоження, коефіцієнт накопичення, коефіцієнт небезпеки, вегетація, урожайність, інтенсивне землеробство, мінеральне удобрення.

ABSTRACT

Piddubna A.M. The quality of vegetable production under intensive farming in climate change conditions of the right-bank forest-steppe. Qualifying scientific work on manuscript rights.

Thesis for the Doctor of Philosophy degree in specialty 201 Agronomy. Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, 2024.

The thesis is devoted to the study of the content of heavy metals in vegetables under the conditions of intensive agriculture under modern climatic changes.

The scientific novelty of the research results lies in the study of the productivity and intensity of accumulation of heavy metals by vegetables under different soil moisture, their mineral fertilization and the duration of their vegetation in the modern ecological conditions of the right-bank forest-steppe.

The modern agro-ecological state of soils is characterized by various pollution and degradation due to the intensification of the crop industry. In particular, the minimization of crops in crop rotation, the maximum use of mineral fertilizers and the use of means of control of weeds and plant pests leads to the accumulation of various toxicants in the grown products, including heavy metals.

Climatic factors in modern conditions change dramatically, namely in the conditions of the forest steppe, the temperature increased by 0.5 °C, both in summer and in winter. Significant changes during the year are also observed with a decrease in the amount of precipitation, but along with this, abnormally high rates falling in a short period were noted.

Certain changes have also taken place in the technology of growing vegetable crops, namely methods of increasing productivity, which are mainly based on the use of high rates of mineral fertilizers and relatively few organic fertilizers. That is, modern natural-climatic and production conditions for growing vegetables are characterized by certain features on which both the yield and the quality of the produced products depend. A growing level of accumulation of heavy metals in the

soils of agricultural lands, which migrate into vegetables, reducing their quality and safety, is of particular concern to both practitioners and scientists.

The penetration of heavy metals into the atmospheric air with industrial emissions over time leads to their settling on the surface of the lithosphere, contaminating the soil, thereby creating certain problems in the production of plant products, including vegetable production. At the same time, it is necessary to note the entry of heavy metals into the soil as a result of their use in agricultural production, especially in crop production. Currently, in the conditions of the right-bank forest-steppe, the producers of vegetables are both individual owners and farms in which cultivation technologies may differ to a certain extent. With this production, it is not always possible to predict the intensity of heavy metals entering vegetables. Therefore, growing vegetables under such conditions must be under constant control for their quality and safety.

In the introductory part of the qualifying scientific work, the relevance of the research topic is substantiated, the goal and task are formulated, the scientific novelty and practical significance of the obtained results are highlighted.

The first chapter provides an analysis of domestic and foreign literary sources related to the cultivation of vegetable products, factors that shape productivity, quality and safety of vegetable products, characteristics of the sources of heavy metals entering the environment and the consequences of using plant products obtained in conditions of contamination of agricultural land with heavy metals in food people.

In the second chapter, an analysis of the soil and climatic conditions of the study, observation and analysis of weather conditions during the growing season of vegetable production was carried out. Favorable and unfavorable years of crop cultivation under the hydrothermal regime were analyzed. The studied varieties are characterized, the research methods are described.

In the sections of the experimental directions of the dissertation describe the results of studies on the accumulation of heavy metals and trace elements by

vegetables under modern man-made loads, under conditions of closed soil, during different periods of their cultivation and under different mineral fertilizers. The ecological and economic assessment of research results is substantiated.

Research on the topic of the thesis was conducted during 2021 – 2023 on the gray forest soils of Vinnytsia in the conditions of the right bank forest steppe. According to the results of the study, it was established that the content of cadmium in the gray forest soil was 0,22 mg/kg, which is 3,2 times lower than the maximum permissible limit, but the content of this toxicant exceeded the permissible levels in the fruits of vegetable peas by 1,6 times, while in no excess of this element was observed in zucchini and cucumber fruits. The content of zinc and copper in the fruits of peas, zucchini and cucumbers did not exceed the MPC.

Cultivation of seed radish and lettuce in conditions of constant man-made load on the soils of railway and road transport on closed soils was accompanied by a decrease in the content of lead, cadmium and zinc in these vegetables by 1,5 and 1,5 times, 1,05 and 1,8 times and in 1,23 and 1,12 times compared to similar products grown in open ground conditions.

The coefficient of accumulation of lead, cadmium and zinc in leaf lettuce and seed radish grown in open ground was 2,0 and 2,0 times higher, 1,8 and 1,6 times and 1,12 and 1,2 times higher compared to similar products grown in closed soil conditions.

A certain difference in the accumulation of heavy metals by the same vegetables during autumn and spring sowing was revealed. In particular, the concentration of zinc and copper was lower in garlic heads by 16,4% and 10,7%, carrot roots by 30% and 18,7%, and parsley leaves by 26% and 36,2% of spring sowing compared to autumn sowing, while as cadmium, on the contrary, higher by 65%, 26,0% and 15,5%, respectively.

The coefficient of accumulation of cadmium in heads of garlic, roots of carrots and leaves of parsley during spring sowing was higher by 64,7%, 23,7% and 15,3%,

and zinc and copper were lower by 11,1% and 30%, 16,6 % and 37,1% and 20% and 12,5% compared to autumn sowing vegetables.

At the level of soil moisture (98 – 134 mm) during the period of vegetative mass formation, a decrease in the concentration of lead and cadmium was found in parsley by 11,8% and 24,5%, dill by 18,2% and 29,7%, and spinach by 17,6% and 23,5%, respectively, compared to the moistening during this period (30 – 37 mm)

The coefficient of accumulation of lead and cadmium in the leaf mass of parsley, dill and spinach at a soil moisture level of 98 – 134 mm was lower by 17,5% and 22,9%, 14,9% and 34,4% and 15,9% and 16,1%, respectively, compared to the soil moisture level of 30 – 37 mm.

Soil fertilization with ammonium nitrate (N_{60}), potassium chloride (K_{90}), and simple superphosphate (P_{60}) contributed to an increase in the content of cadmium in garlic by 33,3%, 33,3%, and 33,3%, respectively.

The content of zinc in garlic increased by 5% and 3,5%, respectively, when the soil was fertilized with ammonium nitrate (N_{60}) and potassium chloride (K_{90}), and on the contrary, it decreased by 10,8% and 9,0%, respectively, when using complex fertilizer ($N_{60}P_{60}K_{90}$) and simple superphosphate (P_{60}). Fertilization of soils with ammonium nitrate (N_{60}) and potassium chloride (K_{90}) increased the copper content in garlic by ($N_{60}P_{60}K_{90}$) 4,8% and 10,4%, respectively, while fertilization with complex fertilizer and only simple superphosphate (P_{60}), on the contrary, decreased by 7,0% and 9,0%, respectively.

The content of cadmium in garlic was higher than the maximum permissible concentration by 33,3% due to soil fertilization with ammonium nitrate (N_{60}), potassium chloride (K_{90}), complex fertilizer ($N_{60}P_{60}K_{90}$) and simple superphosphate (P_{60}). The content of zinc and copper in garlic after soil fertilization was lower than the maximum permissible concentrations. In particular, the content of zinc and copper in garlic was lower than the maximum permissible levels, respectively, for soil fertilization with ammonium nitrate by 2,2 times and 3,5 times, potassium

chloride by 2,1 times and 3,1 times, complex fertilizer $N_{60}P_{60}K_{90}$ by 2,5 and 3,7 times and with simple superphosphate 2,4 times and 3,5 times.

Soil fertilization with ammonium nitrate and potassium chloride increased zinc content in onions by 1,1% and 7,0%, respectively, compared to the option without fertilization. When soils were fertilized with complex fertilizer ($N_{60}P_{60}K_{90}$), simple superphosphate (P_{60}), the zinc content in onions, on the contrary, was lower by 2,3% and 4,7%, respectively, compared to the option without fertilizer.

At the same time, it was found that the content of zinc and copper in onions was lower than the MPC for fertilization with ammonium nitrate (N_{60}) by 5,8 times and 10,2 times, potassium chloride (K_{90}) by 5,8 times and 13,8 times, with complex fertilization $N_{60}P_{60}K_{90}$ by 6,0 times and 20 times, and simple superphosphate (P_{60}) by 6,1 times and 10,6 times, respectively.

The hazard ratio of zinc and copper in onions did not exceed the limit of 1,0, it was lower than soil fertilization with ammonium nitrate (N_{60}) by 5,8 times and 13,8 times, potassium chloride (K_{90}) by 5,5 times and 11,6 times, complex fertilizer $N_{60}P_{60}K_{90}$ by 6,0 times and 20 times and by simple superphosphate (P_{60}) by 6,1 times and 10,6 times, respectively.

Key words: vegetable crops, variety, soil, heavy metals, accumulation, moistening, accumulation coefficient, hazard ratio, vegetation, productivity, intensive agriculture, mineral fertilizer.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в іноземних наукових фахових виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Web of Science та Scopus.

1. Razanov S., **Piddubna A.**, Gucol G., Symochko L., Kovalova S., Bakhmat M., Bakhmat O. Estimation of heavy metals accumulation by vegetables in agroecosystems as one of the main aspects in food security. *International journal of ecosystems and ecology science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (3). P. 159-164.. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.3> (0,60 друк. арк., дольова частка 0,28 друк. арк. *Особистий внесок автора: проведено експериментальні дослідження, вивчено інтенсивність накопичення важких металів овочами в агроєкосистемах, підготовлено матеріали до друку*).

2. Dydiv A., **Piddubna A.**, Gucol G., Vradii O., Zhylishchych Yu., Titarenko O., Razanova A., Odnosum H., Postoienko D., Kerek S. Accumulation of Lead and Cadmium by Vegetables at Different Levels of Gray Forest Soil Moistening in the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. 24(10). P. 198–204. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/170291> (0,8 друк. арк., дольова частка 0,27 друк. арк. *Особистий внесок автора: проведено експериментальні дослідження, вивчено накопичення свинцю та кадмію овочами за різного рівня зволоження ґрунту, підготовлено матеріали до друку*).

Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародної наукометричної бази даних (Index Copernicus).

1. Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., **Піддубна А.М.** Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування. *Агробіологія*. 2022. № 1 (171). С. 108–114. (0,68 друк. арк., дольова частка 0,47 друк. арк. *Особистий внесок автора: проведено експериментальні дослідження, вивчено інтенсивність накопичення важких металів (кадмію,*

міді, цинку) в овочах за різного періоду їх вегетації, підготовлено матеріали до друку).

2. **Піддубна А.М.** Інтенсивність накопичення важких металів редискою та салатом вирощених на закритих ґрунтах в умовах Лісостепу правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. №6 (29). С. 192-202. (0,60 друк. арк.).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Разанов С.Ф., **Піддубна А.М.** Вплив зміни клімату на вирощування та якість овочевої продукції в Україні. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції. 21 квітня 2021 року. С. 163 – 165. (0,2 друк. арк., особистий внесок 0,1 у.д.а.)

2. **Піддубна А.М.** Удосконалення вирощування овочевих культур в сучасних екологічних умовах довкілля. Модернізація і наукові дослідження в Україні та світі: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, 14 липня 2021 року. Полтава, 2021. С. 33 – 34. (0,08 друк. арк.)

3. **Піддубна А.М.** Інтенсивне землеробство у овочівництві та його наслідки. Соціально-економічний розвиток у контексті викликів сьогодення: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 8 жовтня 2021 року. Одеса, 2021. С. 100 – 103. (0,2 друк. арк.)

4. **Piddubna A.** Study of the accumulation heavy metals by vegetables at different periods of their vegetation. Вивчення накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вегетації. IV Correspondence International Scientific and Practical Conference 26 august 2022, Vinnytsia – Vienna, 2022.(0,2 друк. арк.)

5. **Піддубна А.М.**, Разанов С.Ф. Вплив періоду вирощування овочевих культур на інтенсивність накопичення важких металів у їх продукції. Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій:

матеріали XXIII Міжнародного науково-практичного форуму, 04-06 жовтня 2022 р. Львів, 2022. (0,2 друк. арк., особистий внесок - 0,1 друк. арк.)

6. **Піддубна А.М.** Оцінка накопичення важких металів овочами в агроекосистемах як один з основних аспектів продовольчої безпеки. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: збірник тез V Міжнародної науково-практичної конференції. 15 листопада 2022 року. С. 123 –125. (0,2 друк. арк.)

7. **Піддубна А.М.** Інтенсивність накопичення важких металів овочами вирощеними в умовах закритих ґрунтів. «*Vin Smart Eco*»: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 травня 2023 р. Вінниця. 2023. С. 243 – 245. (0,1 друк. арк.)

8. **Піддубна А.М.** Накопичення овочами Pb і Cd за різного рівня зволоження сірого лісового ґрунту в умовах Лісостепу правобережної України. *Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку*: матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 жовтня 2023р. Херсон. 2023. С. 125 – 128. (0,2 друк. арк.)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	17
ВСТУП.....	19
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	26
1.1. Загальна характеристика овочевих культур.....	26
1.2. Фактори, що формують урожайність та якість і безпеку продукції овочівництва.....	39
1.3. Якість і безпека овочів, вирощених в умовах інтенсивного землеробства.....	43
1.4. Характеристика джерел надходження важких металів в навколишнє середовище.....	47
1.5. Наслідки використання рослинної продукції одержаної в умовах забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами в харчуванні населення.....	50
1.6. Заходи щодо зниження надходження важких металів у ланцюгу ґрунт - рослина-продукція.....	52
Висновки до розділу 1.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1.....	58
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	76
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень.....	76
2.2. Методика проведення досліджень.....	88
Висновки до розділу 2.....	100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2.....	101
РОЗДІЛ 3. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ОВОЧІВНИЦТВА ВИРОЩЕНОЇ ЗА ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В СУЧАСНИХ ПРИРОДНО - КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО.	105

3.1. Оцінка інтенсивності накопичення важких металів та мікроелементів овочами за сучасного техногенного навантаження в умовах інтенсивного землеробства.....	105
3.2. Інтенсивність накопичення важких металів у овочах вирощених в умовах закритого ґрунту.....	122
3.3. Урожайність та інтенсивність накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування.....	127
3.4. Урожайність та інтенсивність накопичення важких металів овочами за різного рівня зволоження ґрунтів.....	134
3.5. Урожайність та інтенсивність накопичення важких металів і мікроелементів овочами за різного мінерального удобрення.....	145
3.6. Економічна ефективність вирощування овочів.....	152
Висновки до розділу 3.....	157
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3.....	159
ВИСНОВКИ.....	160
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	163
ДОДАТКИ.....	164

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

в.п. – відсотковий пункт;

га – гектар;

ГТК – гідротермічний коефіцієнт;

ГДК – гранично допустима концентрація;

грн – гривня;

ДСТУ – Державний стандарт України;

і т. д. – і так далі;

і ін. – і інше;

кг/га – кілограм на гектар;

Кнак. – коефіцієнт накопичення;

Кнеб. – коефіцієнт небезпеки;

М – середньо арифметичний показник;

мг/кг – міліграм на кілограм;

мм – міліметр;

р. – рік;

рр. – роки;

см – сантиметр;

т/га – тонна на гектар;

табл. – таблиця;

ФГ – фермерське господарство;

Cd – кадмій;

Cu – мідь;

K – калій;

m – похибка середнього арифметичного показника;

n – кількість зразків;

N – азот;

P – фосфор;

Pb – свинець;

Zn – цинк;

% – відсоток;

°C – градус Цельсія;

t – температура.

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із пріоритетних соціальних завдань сьогодення є забезпечення населення України в достатній кількості високоякісними продуктами харчування. Серед продуктів харчування рослинного походження широким попитом користується овочева продукція, потреба в якій з року в рік зростає.

Продукція овочівництва характеризується високим вмістом біологічно-активних речовин, зокрема: вітамінами, мінеральними речовинами, флаваноїдами, пектинами та ін. Окрім цього овочева продукція володіє стимулюючими властивостями підвищуючи імунну функцію живих організмів.

Відомо, що продукція овочівництва набуває зростаючого попиту серед населення, поряд з цим підвищуються і вимоги до її якості. Виявлено, що якість продукції овочівництва залежить від цілого ряду факторів серед яких агроекологічний стан ґрунтів та природні кліматичні умови займають провідне значення.

Сучасний агроекологічний стан ґрунтів характеризується різноманітним забрудненням та деградацією внаслідок інтенсифікації галузі рослинництва. Зокрема, мінімізація культур в сівозміні, максимальне використання мінеральних добрив та застосування засобів боротьби з бур'янами і шкідниками рослин, призводить до накопичення у вирощеній продукції різних токсикантів в тім числі і важких металів.

Кліматичні фактори в сучасних умовах різко змінюються, а саме в умовах Лісостепу на $0,5^{\circ}\text{C}$ відбулось підвищення температури, як в літній так і в зимовий періоди. Суттєві зміни протягом року спостерігаються і з зниженням кількості опадів, але поряд з цим відмічено аномально високі норми, що випадають за короткий період.

Певні зміни відбулись і у технології вирощуванні овочевих культур, а саме способи підвищення урожайності, які переважно базуються на

використанні високих норм мінеральних добрив та порівняно мало органічних. Тобто сучасні природньо-кліматичні та виробничі умови вирощування овочів характеризуються певними особливостями від яких залежить, як урожайність так і якість виробленої продукції.

До основних факторів впливу необхідно виділити техногенне навантаження на ґрунт інтенсивного землеробства, підвищення температурних показників та нестабільних опадів переважно низьких, а інколи аномально високих за короткий період.

За таких умов виникає потреба у вивченні впливу інтенсивності забруднення ґрунтів важкими металами, аномально низьких та високих рівнів зволоження ґрунтів та підвищення температурних параметрів на урожайність та якість продукції овочівництва.

Вивченню особливостей впливу технологічних прийомів на зниження вмісту важких металів у продукції овочівництва займалися такі науковці як: Близький Р.С., Барабаш О.Ю., Власов В.І., Рудь В.П., Хареба В.В., Андрусак Н.О.

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

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану наукових досліджень Вінницького національного аграрного університету і є складовою завдання науково дослідних робіт «Оптимізація способів підвищення якості і безпеки продукції рослинництва в умовах забруднення сільськогосподарських угідь Вінниччини різними токсикантами зумовленого інтенсифікацією галузі» (№ державної реєстрації 0121U109037, 04.2021 – 11.2024 рр.), в межах якої авторкою вивчено накопичення важких металів урожаєм овочевої продукції за інтенсивного землеробства в сучасних природньо-кліматичних умовах Лісостепу Правобережного.

Мета і завдання досліджень полягає у вивченні урожайності та інтенсивності накопичення важких металів овочами за техногенного

навантаження на ґрунти сільськогосподарських угідь в зоні інтенсивного землеробства природньо-кліматичних умов Лісостепу Правобережного.

Для досягнення мети в завдання досліджень входило:

- дослідити інтенсивність накопичення важких металів та мікроелементів овочами за сучасного техногенного навантаження в умовах інтенсивного землеробства;
- дослідити інтенсивність накопичення важких металів в овочевій продукції в умовах відкритого та закритого ґрунту;
- вивчити вплив періоду та тривалості вегетації овочевих культур на урожайність та інтенсивність накопичення в їх продукції важких металів;
- дослідити вплив рівня зволоження ґрунтів на урожайність та інтенсивність накопичення важких металів овочами;
- вивчити вплив мінерального удобрення ґрунтів на інтенсивність накопичення важких металів овочами;
- визначити економічну ефективність результатів досліджень;
- провести виробничу апробацію.

Об'єкт дослідження – процеси і явища формування безпеки овочевої продукції вирощеної за техногенного навантаження на сірі лісові ґрунти в сучасних природньо кліматичних умовах Лісостепу Правобережного.

Предмет дослідження – урожайність овочевих культур та інтенсивність накопичення в їх продукції важких металів за різного рівня зволоження ґрунту, мінерального його удобрення та періоду і тривалості вегетації.

Наукова новизна одержаних результатів.

В результаті теоретичного аналізу та проведення польових і лабораторних досліджень вивчено урожайність та інтенсивність накопичення важких металів овочами за впливу різного зволоження ґрунтів їх мінерального удобрення та періоду тривалості вегетації викликаного як антропогенними так і природними факторами в умовах Лісостепу Правобережного.

Вперше:

- досліджено інтенсивність накопичення важких металів овочами вирощеними на сірих лісових ґрунтах за різного техногенного навантаження;
- вивчено урожайність та інтенсивність накопичення важких металів у овочах за різного періоду їх вирощування;
- досліджено урожайність та інтенсивність накопичення важких металів у овочах за різного рівня зволоження ґрунтів;
- вивчено урожайність та інтенсивність накопичення важких металів у овочах за різного мінерального удобрення ґрунтів.

Удосконалено зниження інтенсивності накопичення важких металів овочами за впливу різного зволоження ґрунтів їх мінерального удобрення та періоду тривалості вегетації викликаного як антропогенними так і природними факторами в умовах Лісостепу Правобережного.

Набуло подальшого розвитку прогнозоване надходження важких металів у овочі за вирощування їх в сучасних природньо-кліматичних умовах за інтенсивного землеробства.

Методи дослідження для виконання дисертаційної роботи будуть застосовуватись як загальнонаукові, так і спеціальні методи досліджень:

- інформаційно-бібліографічний – збір, аналіз та узагальнення літературних даних за близькою тематикою;
- польовий – аналіз та комплексна оцінка агроекологічного стану ґрунтів задіяних під інтенсивним землеробством, визначення впливу різних чинників інтенсифікації виробництва їх стан та рівень накопичення важких металів в овочевій продукції;
- лабораторний – визначення фізико-хімічних, хімічних, біохімічних методів кількісних і якісних характеристик об'єкту досліджень.

Практичне значення одержаних результатів досліджень. Результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в умовах

господарства ТОВ «Агро-Еталон» (с. Василівка, Вінницького району) на сірих лісових опідзолених ґрунтах площею 1,5 га, оптимізація вирощування моркви в умовах інтенсифікації галузі рослинництва на фоні змін кліматичних факторів забезпечила підвищення врожайності моркви на 12,7 % (дод. Б).

Також, результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені в умовах Вінниччини в господарствах ФГ «Дзялів» (с. Кам'яногірка, Жмеринського району) на сірих лісових ґрунтах площею 2,5 га, що підвищило якість вирощування цибулі на 13 % (дод. Б 1).

Положення дисертаційної роботи використовують в освітньому процесі Вінницького національного аграрного університету при викладанні навчальної дисципліни «Екологія та агроекологія».

Одержані наукові результати мають практичне значення й впроваджені у навчально-методичний процес та наукову роботу кафедри екології та охорони навколишнього середовища (довідка № 01.1-60-530 від 22.05.2023 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом наукових досліджень дисертантки. Авторкою розроблено наукову концепцію, яку покладено в основу дисертаційної роботи, особисто проведено аналіз наукової вітчизняної та закордонної літератури, закладено польові досліді згідно схеми досліджень, виконано експериментальну частину та проведено її аналіз, проведено апробацію і впроваджено у виробництво, сформульовано висновки та рекомендації виробництву. Авторство у спільно опублікованих працях складає 60 – 70%.

Апробація результатів дослідження. Результати дисертаційної роботи щороку заслуховувались на засіданнях кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету (2021 – 2023 рр). Основні наукові положення дисертаційної роботи та практичні результати досліджень були апробовані на: IV Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» Київ, 21 квітня 2021 р.;

Всеукраїнській науково-практичній конференції «Реалізація Європейського зеленого курсу в Україні: погляд молодих вчених» Вінниця, 14 – 15 травня 2021 р.; Міжнародній науково-практичній конференції «Модернізація і наукові дослідження в Україні та світі» Полтава, 14 липня 2021 р.; Міжнародній науково-практичній конференції «Соціально-економічний розвиток у контексті викликів сьогодення» м. Одеса, 8 жовтня 2021 р.; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Розвиток аграрної науки в умовах змін клімату та діджиталізації землеробства» м. Вінниця, 9-10 червня 2022 р.; IV Correspondence International Scientific and Practical Conference «An integrated approach to science modernization: methods, models and multidisciplinary» Vinnytsia – Vienna, 26 august 2022.; XXIII Міжнародний науково-практичний форум «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій» м. Львів, 04 – 06 жовтня 2022 р.; V Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» Київ, 15 листопада 2022 р.; III Міжнародній науково-практичній конференції «Vin Smart Eco» Вінниця, 18-20 травня 2023 р.; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку» Вінниця, 24-25 травня 2023 р.; VI-та Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку» Херсон, 26-27 жовтня 2023р.

Публікації результатів досліджень. Результати дослідження відображено у 12 друкованих працях, з-поміж яких 2 статті у міжнародних наукометричних базах 1 - у Web of Science, 1 - у Scopus, 2 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», 8 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 194 сторінках комп'ютерного тексту, складається з вступу трьох розділів,

висновків та рекомендацій виробництву, додатків, списку використаної літератури, що нараховує 199 найменувань, в тім числі латиницею. Робота містить 43 таблиці та 25 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальна характеристика овочевих культур

Важливою галуззю сільськогосподарського виробництва, зокрема рослинництва, в Україні є овочівництво, успіх розвитку якого залежить від цілого ряду факторів серед яких клімат та рівень родючості ґрунтів є одними з основних умов [1].

Овочівництво – це своєрідна галузь рослинництва, яка охоплює велику кількість овочевих культур, вирощених із застосуванням різних прийомів, умов зберігання, собівартості та ефективності її виробництва [2].

Для того, щоб вирішити продовольчу проблему в Україні потрібно збільшувати реалізацію овочевої продукції в зимовий та весняний період [3]. Стан розвитку світового ринку овочів має важливий вплив на основний напрямок подальшого розвитку ринку овочів України.

Організація Об'єднаних Націй закликає країни розглянути можливість вдосконалення інфраструктури та методів ведення сільського господарства для підтримки дрібних виробників. У плодоовочевому секторі втрати та псування продукції залишаються серйозною проблемою. За оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй, 50 відсотків овочів і фруктів, вироблених у країнах, що розвиваються, втрачається між збиранням і споживанням [1, 79].

Серед найбільших виробників овочів у світі, Україна посідає 11 місце займаючи 1% світового виробництва. Вінницька, Дніпропетровська, Донецька, Київська, Львівська, Луганська, Одеська, Полтавська, Херсонська та Харківська області є основними регіонами виробництва овочів в Україні [4].

Вивченню особливостей впливу технологічних прийомів на зниження вмісту важких металів у продукції овочівництва займалися такі науковці як:

Близький Р.С., Барабаш О.Ю., Власов В.І., Рудь В.П., Хареба В.В., Андрусак Н.О.

Овочеві культури - це рослини, які використовуються в їжу у сирому або приготовленому вигляді і містять багато корисних та поживних речовин. Вони відіграють важливу роль у забезпеченні людей різноманітними вітамінами, мінералами та іншими елементами харчування, сприяють покращенню здоров'я та підтриманню екологічної рівноваги шляхом зменшення необхідності використання хімічних добрив та пестицидів [5, 6].

Овочі мають велике значення в раціоні людини, оскільки вони є одним з найбільш багатих джерел поживних речовин. Вони надають нам не тільки енергію, але й допомагають підтримувати оптимальний стан організму та запобігають розвитку різних хвороб, ціняться за високі смакові якості та великий вміст цінних для харчування людей солей, органічних кислот, антиоксидантів [6].

Також вони є важливим джерелом вітамінів, таких як вітамін А, вітамін С, вітамін К, фолієва кислота та інші вітаміни групи В, мінералами, такими як калій, магній, залізо та кальцій. В овочах є розчинні та нерозчинні волокна, які сприяють здоров'ю шлунково-кишкового тракту.

Багатий вміст води в овочах робить їх чудовим варіантом для збереження оптимального рівня гідратації організму. Деякі овочі, такі як морквина і шпинат, містять багато бета-каротину та лютеїну, які сприяють здоров'ю очей та покращують зір [9].

Вживання різноманітних овочів у раціоні допоможе забезпечити організм необхідними поживними речовинами та допоможе зберегти ваше здоров'я на оптимальному рівні.

Серед великої кількості овочевих культур, що вирощуються в Україні варто виділити такі як морква, цибуля, часник, петрушка, кріп, шпинат, горох, огірок, кабачок, салат, редиска [8].

Морква (*Daucus carota* subsp. *sativus*) має товстий, іноді 50-60 мм у діаметрі їстівний корінь, прямостояче стебло у верхній частині розгалужене.

Квітка двостатева, зазвичай біла, в центрі зонтика вона часто неплідна на довшій квітконіжці [10].

Обробіток ґрунту перед посівом починають з боронування рано навесні, подальша обробка залежить від стану поля. На чистому від бур'янів і добре підготовленому восени ґрунті можна обмежитися боронуванням перед посівом бородами з жерстяними баками [11].

В зв'язку з тим, що морква схильна до надмірного накопичення важких металів, особливо кадмію та свинцю. Для її вирощування слід використовувати ґрунт з найменшим вмістом цих елементів, також щоб зменшити вміст нітратів не слід вирощувати моркву в перший рік після внесення гною [11, 12].

Висівають моркву в весняний період в кінці березня на початку квітня шести- та дванадцятирядними сівалками. Норма висіву насіння – 5-6 кг/га, глибина загортання – 2-3 см. Спосіб сівби – однорядковий з міжряддями 45 см або стрічковий трирядковий і трьох смуговий за схемою 60+40+40 см з шириною смуги 6-8 см. Оптимальна густина рослин при рядковій сівбі – 500-600 тис./га. Після сівби ґрунт коткують [11, 15].

За весь вегетаційний період моркви ґрунт обробляють 5-6 разів. Перший - це після сходове боронування, що виконують при з'явленні 2-3 справжніх листків. Після масових сходів проводять міжрядний обробіток ґрунту на глибину 4-5 см, а потім на 12-14 см [11, 12].

Норма поливу для моркви в перший період розвитку становить 250 – 300 м³/га, а в другий – 450-550 м³/га. Щоб коренеплоди не згнили, за місяць до збирання урожаю, поливи припиняються.

На великих підприємствах, які спеціалізуються на вирощуванні моркви, збирають урожай механічним способом за допомогою різних збиральних

комбайнів. Бадилля перед цим обов'язково видаляють, а посіви очищують від бур'янів [15, 19].

Петрушка (*Petroselinum crispum*) - перехреснозасильна дворічна рослина, яка широко використовується в кулінарії як приправа, і вона має потенціал для фармацевтичного використання завдяки виробленню флавоноїдів [17].

Висота її стебла досягає 100 см., листки пересто-розсічені, плід невелика двосім'янка.

Коренева петрушка утворює товсті м'ясисті коренеплоди, а листкова петрушка дає велику розетку листків [2, 17].

Насіння починає проростати за температури 2 – 3°C, петрушка вважається холодостійкою культурою, рослини не підмерзають при температурі 8 – 9 °C. Вона не вимоглива до вологи, найбільше її потребує саме під час інтенсивного росту [2].

Петрушка досить вимоглива до світла. Зниження освітленості різко знижує урожайність зеленої маси. Під час сівби велику роль відіграє вологість ґрунту, за дефіциту вологи сходи затримуються, а під час вегетації сповільнюється наростання вегетативної маси.

Петрушка має дуже дрібне насіння, тому перед посівом ґрунт має бути гарно розпушеним і зволеним. Насіння слід висівати на глибину від 0,5 см підзимової сівби і до 2 – 3 см ранньовесняної сівби, після чого площу висівання ущільнюють котком [30].

На пучкову продукцію листки петрушки розпочинають збирати у фазі 5 – 6 листків в літній період, а для одержання великих коренеплодів в осінній період листки не зрізують протягом вегетації. Коренеплоди зберігаються так само, як і у петрушки, а листя поміщують в поліетиленові пакети, щоб на листках не було вологи і зберігають не більше 2 – 3 місяців [2, 16].

Цибуля ріпчаста (*Allium sera* L.) – холодостійка рослина. Температура проростання насіння 4 – 5 °C, сходи з'являються через 12 – 17 діб [22].

Ця культура довгого світлового дня, через слаборозвинену кореневу систему має підвищені вимоги до вологості ґрунту. Найбільш сприятливою вологістю для проростання насіння є 85 – 90 %, за більшої вологості рослини уражуються борошнистою росою [27].

Стебло це укорочене денце, листок трубчастий і виходить із середини попереднього. На другому році життя з'являються квітконосні стрілки, на одній рослині від 2 – 6 стрілок, цвітіння яких відбувається з верхівки суцвіття через 60 – 70 діб. Після запилення квіток суцвіть утворюється плід – коробочка, який має тригранну форму і в середині нього утворюється до шести насінин [22, 30].

Підготовка ґрунту при вирощуванні цибулі має велике значення, з осені після збирання попередника проводиться лушення ґрунту луцильниками або дисковими боронами. Якщо поля забруднені багаторічними бур'янами лушення проводять лемішними луцильниками, після проростання бур'янів проводять друге лушення, вносять мінеральні добрива і фосфогіпс [27].

При оранці рекомендується використовувати оборотний плуг, який дозволить не утворювати перелогові борозни і зробити поле більш рівним. Зяблеву оранку (оборотну чи звичайну) завжди слід виконувати агрегатами з кільчастими зубчастими котками. Потім поле вирівнюється і планується вздовж напрямку оранки. Річні роботи по вирівнюванню поверхні проводять планувальниками МВ-6, ВП-8, КЗУ-0,3. Після цього проводять чизелювання на глибину 16 – 18 см або глибоку оранку, що сприяє більш рівномірному накопиченню вологи взимку [27, 28].

Весняний обробіток слід звести до мінімуму, щоб забезпечити максимальне зволоження ґрунту та забезпечити ранній посів. Він включає боронування для боротьби з проростанням бур'янів, вирівнювання мікрорельєфу ґрунту та підтримання вологості ґрунту, обробку ґрунту перед посівом [29].

Після посіву поле ущільнюють котком. Для міжрядного обробітку культиватором КОР-4,2 на глибину 8 – 10 см, а при появі 2 – 3 справжніх листків одностороннім клешневидним ножом на глибину 3 – 4 см. До появи бур'янів у міжряддях або до утворення кірки на поверхні ґрунту. Цибулю слід поливати від сходів до початку формування цибулини [30].

Збирання урожаю відбувається на стадії коли листя починає вилягати. Перед укладання цибулі у валки листя обрізують за допомогою обрізчика КІР-1,5Б, після обрізання листя цибулі укладають у валки ЛКГ-1,4 – копачем і залишають у валках на 7 – 10 днів для просушування, сортування та зберігання [6, 26].

Часник (*Allium sativum* L.) це багаторічна рослина, але в культурі його вирощують як однорічну. Розрізняють озимі та ярі сорти, а також сорти стрілкуючі, які розмножуються зубками і повітряними цибулинами і нестрілкуючі, які розмножуються тільки зубками [13].

Часник вимогливий до освітлення, вологи та родючості ґрунту, починає проростати при температурі від 0 – 1°C, легко переносить заморозки. Поливна норма часнику 350 – 400 м³ води на 1 га.

Коренева система часника – мичкувата, слаборозгалужена. Від донця відростає 30 – 60 променеподібних коренів, основна маса яких розташована в орному горизонті ґрунту. У міру розвитку, корені утворюють відгалуження першого і другого порядку [24].

Листки відростають від денця. Біля основи вони трубчасті, потім – плоскі видовжено-ланцетоподібні. Кожний наступний лист проростає з трубки попереднього. Листові трубки формують прямостояче псевдостебло.

Квітконос (стрілка) формується у стрілкуючих форм часнику. Стрілка проростає від денця, через трубчасте псевдостебло. Спочатку вона закручена в спіраль, потім розпрямляється. На кінці стрілки розташоване суцвіття [21, 30].

Суцвіття являє собою зонтик, що складається з стерильних квіток і повітряних цибулинок. Спочатку зонтик закритий плівковою оболонкою. При цвітінні оболонка тріскається і розкривається. У кожному суцвітті, в залежності від сорту і умов вирощування, знаходиться кілька десятків повітряних цибулинок. Вони, нарівні з зубками, служать органами вегетативного розмноження часнику [6].

На відміну від ярих, озимі сорти – формують квіткову стрілку. Тому зубці у головки формуються навколо основного стебла, найчастіше, в один ряд. У ярих сортів, за винятком Гуллівера, стрілка взагалі не формується. Зубці в голівці прилягають один до одного в кілька рядів [13, 25, 35].

Популярним способом посадки зубків є рядковий на рівній поверхні стрічками шириною 1 м. в поглиблені ряди де добре зберігається волога, й рослина захищені від суховіїв [30].

Часник гарно реагує на добрива внесені в перші 30 – 40 днів після посадки. Рекомендовані системи удобрення часнику озимого: органіко-мінеральна та мінеральна.

Саджають часник восени, під зиму і навесні, готують до посадки за 2-3 дні, перед цим його сортують за зовнішнім виглядом та розділяють по зубках. Глибина закладання зубків змінюється залежно від зони, ґрунту і строків посадки, навесні саджають мілкіше 3-5см, під зиму глибше на 5-7 см [30].

Ознаками до початку збирання стрілкового часнику є пожовтіння листків, підсихання лусок на цибулинах, втрата кореневою системою тургору. Рослини викопують, обтрушують землю з цибулин та коренів і складають у валки для дозрівання. Розкладати викопані рослини краще в затінених місцях, бо в жарку сонячну погоду на цибулинах можуть виникати сонячні опіки. На великих площах для викопування використовують підкопувач ОПКШ-1,4 або копачі ЛКГ-1,4, МУЧ-1,4, для доробки вороху – лінію ЛДЧ-3. Після висихання листя і коренів від цибулин відрізають корені на відстані 0,5–1,0 см від денця, а залишки стрілки і листків на відстані 1,5 – 2,0 см від цибулини [24, 30].

Огірок (*Cucumis sativus*), хоч і є найнижчим поживним продуктом за показниками, містить безліч корисних речовин, таких як кальцій, фосфор, калій, йод та вітаміни С, А, В6, В2 і РР, необхідних для нормальної життєдіяльності. Огірки можуть бути менш корисними за моркву або цибулю, але їх цінність полягає в смаку [36].

Успішне вирощування огірків у відкритому ґрунті залежить від відповідності ділянки біологічним вимогам культури. Огірок потребує освітленої грядки, що захищена від вітру. Ґрунт повинен мати хорошу структурність і теплоємність для задоволення потреб кореневої системи огірка [37].

Для успішного вирощування огірків необхідно відводити ділянки з достатнім освітленням та захистом від вітрів, на родючих та легких ґрунтах. В середній смузі краще відводити південні схили, а в південних районах потрібно уникати їх та ділянок з близьким заляганням ґрунтових вод. Розміщення огірків поблизу водойм сприяє зволоженню повітря та згладжує можливі різкі коливання температури [38].

У залежності від характеристик ділянки, огірок можна садити на рівній поверхні на добре прогрітих супіщаних ділянках з низьким заляганням ґрунтових вод, або на гребенях або грядках на важких ґрунтах з близьким заляганням ґрунтових вод. Гребені і грядки потрібно розташовувати із заходу на схід, а ширина гребенів і міжрядь залежить від сорту і складає від 70 до 90 сантиметрів [36, 37].

Відстань між рядами при посіві плетистих сортів повинна бути від 45 до 60 см, а при посіві сильно-плетистих сортів - від 100 до 120 см. Гребені нарізують з нахилом в південну сторону, щоб ґрунт добре прогрівався. Для цього північну сторону роблять крутішою, а південну – пологою [30].

Для успішного посіву огірка необхідно дотримуватися оптимальної температури ґрунту та використовувати пророщені насіння. Для страховки можна використовувати суміш сухого і пророщеного насіння. При

сприятливих умовах пророщене насіння дає урожай на один тиждень раніше, а сухе насіння може бути використане у разі пошкодження пророслого насіння заморозками [43].

Насіння огірка висівають вздовж або впоперек гряди. Насіння висівають на відстані 2 – 3 сантиметри одне від одного, а потім борозенку закривають шаром ґрунту в два-три сантиметри і зверху мульчують торфом. Деякі овочівники роблять глибокі борозенки, щоб після посіву їх накрити склом або плівкою для прискорення появи сходів і захисту їх від заморозків. На гребенях насіння висівають в один ряд [39].

Догляд за посівами полягає у захисті рослин від заморозків, розпушуванні ґрунту, поливі, підживленні, боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами. Для захисту посівів огірка від заморозків можна використовувати тимчасові переносні укриття. Необхідно уважно стежити за появою ґрунтової кірки та терміново вживати заходів по її руйнуванні. При проріджуванні огірків необхідно залишати між рослинами оптимальну відстань, щоб краще використовувати посівну площу. Також важливо створити оптимальні умови для освітлення рослин сонцем та уникнути їх взаємного пригнічення і затінення іншими рослинами [2, 37].

Для успішного вирощування огірків необхідно поливати грядки теплою водою, розпушувати ґрунт після кожного поливу або дощу. Для збільшення вологості в ґрунті рекомендується проводити профілактичні поливи серед дня [30].

Через 30 – 45 днів після появи сходів, починають збір урожаю огірків. Плоди прибирають в перший час через два-три дні, а в період масового плодоношення — через один – два дні. Під час збору огірків необхідно прибирати потворні, перерослі і хворі плоди, щоб не затримувати ріст нової зав'язі і не послаблювати рослини. Не можна допускати пожовтіння або побіління огірків, щоб не втратити смак і не зробити шкірку грубою. Щоб не

пошкодити, їх рекомендується не піднімати і не перевертати. Огірки краще збирати вранці або пізно ввечері [44, 45].

Шпинат городній (*Spinacia oleracea*) – трав'яниста рослина родини лободових. Коренева система шпинату стрижнева, середньо-розвинена, проникає в ґрунт на глибину до 1 м. Листки черешкові, видовжено-овальної форми. У стадії господарської придатності утворює розетки соковитих ніжних листків (через 20 – 30 днів після сходів), потім прямостоячі трав'янисті стебла висотою до 60-80 см (через 80 – 100 днів після появи сходів) [48]. Шпинат городній – рання культура, морозостійка і вологолюбна. Насіння проростає через 8 – 10 днів при 4°C, сходи витримують морози до -8 °С. Дорослі рослини більш стійкі до перепадів температур і не гинуть при -12 °С.

Оптимальна температура для росту рослин 15 – 18 °С. Шпинат невимогливий до освітлення, але якщо його буде недостатньо, вміст аскорбінової кислоти в листі знижується [50].

За довгого світлового дня шпинат росте швидше, збільшується кількість листя в розетці, а тому і збільшується врожайність, при короткому світловому дні розвиток шпинату затримується.

Для вирощування шпинату підходить ґрунт з високим вмістом поживних речовин, чистий від бур'янів і реакцією ґрунтового розчину з рН 6,0 – 6,5 [18].

Основний обробіток ґрунту здебільшого традиційний, найкращим попередником є просапні культури та ранні зернові.

Після збирання попередник проводять лушення дисковими лушчильниками на глибину 8 – 10 см, а потім здійснюють оранку на глибину орного шару, і за потреби – культивуацію з метою знищення бур'янів. На бідних ґрунтах вносять перегній, а також одночасно використовують мінеральні добрива – суперфосфат і калійну сіль. В умовах Лісостепу Правобережного проводять боронування рано навесні з метою збереження ґрунтової вологи. Для висіву використовують овочеві сівалки точного висіву з нормою висіву 12

– 15 кг/га, глибина його загортання – 1,5-2,0 см. Догляд за посівами полягає у своєчасному розпушуванні міжрядь, знищенні бур'янів і формуванні густоти рослин [50, 51].

Протягом вегетаційного періоду розпушування міжрядь проводять 3-4 рази, в тому числі на етапі появи сходів і до змикання рослин у рядках, у тому числі після зрошення, сильних дощів і великої появи бур'янів.

Перше проріджування проводять шляхом легкого боронування міжрядь, через перші 15 – 20 днів проріджування повторюють, відстань між рослинами в рядку становить 20 – 25 см [48, 50].

Кріп запашний, кріп (*Anethum graveolens* L.) – однорічна трав'яниста рослина родини зонтичних. Виростає до 140 – 160 см заввишки, стебло тонке, добре розгалужене, має тонкі та м'які листки 10 – 20 см в довжину. Квіти кропу мають забарвлення від білого до жовтого, зібрані в зонтики діаметром 2 – 9 см. Цвітіння відбувається в червні-липні, а плоди дозрівають наприкінці серпня [52].

Кріп переважно вирощують безрозсадним способом, сівбу проводять широкорядним або стрічковим методом, розміщуючи рослини у рядку на відстані 5 – 10 см. Насіння висівають під зиму (коли температура знизиться до 1–3 °С) і навесні. Навесні насіння висівають у першому кварталі, як тільки можна вийти в поле, потім періодично кожні 10 – 15 днів до липня [2].

При ранньовесняній сівбі висівають 0,15 – 0,2 г насіння на 1 м², пізньою зимою і пізньою весною 0,2 – 0,3 г насіння. Глибина загортання насіння 0,5 – 1,5 см, залежно від вологості та механічного складу ґрунту. При весняному посіві ґрунт ущільнюють [2, 52].

На стадії появи перших справжніх листків кріп проривають і залишають на відстані від 2 до 5 см. Це робиться вдруге на стадії 6 – 7 листків, залишаючи найбільш розвинені рослини на відстані від 5 до 10 см. Розпушування міжрядь є обов'язковим упродовж усієї вегетації. В залежності від погодніх умов також проводять полив [58, 59, 60].

Салат або латук посівний родини Айстрові (*Asteraceae*), роду *Lactuca L.* – це однорічна, двох- та багаторічна трав'яниста рослина, овочева культура. Салат латук належить до холодостійких, скоростиглих і самозапильних рослин. Має стрижневу кореневу систему, яка проникає на глибину до 70 см. Нижні листки утворюють розетку. Листки гладенькі, розташовані у розетці горизонтально. Розмір розетки коливається від малого (до 25 см) до великого (понад 35 см) [61, 62].

Суцвіття у вигляді невеликих кошиків, що складаються з великої кількості двостатевих квіток з язичками жовтого кольору. У кошиках формуються плід – продовгувата сім'янка, насіння має білий чи темно-сірий кольори, маса 1000 насінин 0,8 – 1,2 г [59].

У відкритий ґрунт ранні сорти висівають у квітні або ж травні, а середнього терміну дозрівання і пізньостиглі з квітня до другої половини червня, рядовим способом, відстань між рядами 18 см, між насінням – 1,5 см, глибина посіву становить 0,5 – 1 см. Ґрунт для вирощування салату має бути родючим, рихлим, помірно вологим з великою кількістю гумусу. Поливати салат потрібно один раз на 7 днів у вечірній час, у жаркі дні полив проводять вночі [30, 62, 60].

Редиска (*Raphanus sativus var. radicula Pers.*) – однорічна або дворічна рослина, що належить до сімейства капустяних (хрестоцвіті), роду редька і є різновидом редьки посівної. Це рослина довгого світлового дня, а вегетаційний період у нього в середньому 25 – 40 днів [60, 61].

Редис – холодостійка рослина, насіння якої проростає при температурі всього 2-3 °С, а сама рослина витримує заморозки до -4 °С. Редиска має прості, черешкові зібрані в розетку листки, довжина яких сягає від 5 до 25 см, стебло гіллясте, стрижнева коренева система, суцвіття у формі кисті білого, рожевого або фіолетового відтінку. Діаметр квіток – 1,5 см [65, 66].

При посіві редиски відстань між рядками становить 10 см, а між насінням 3 – 4 см, глибина посіву до 1,5 см. Догляд за редисом включає: полив,

прополку, підгодівлю і захист від хвороб або шкідників. Рядки з редискою потрібно рихлити в декілька повторень: перший – через тиждень після сходів, на глибину не більше 5 см, другий – ще через тиждень, але вже на глибину 7-10 см. Для редиски кращі ґрунти – пухкі супіщані з великим вмістом органічних речовин і слабкислою чи нейтральною реакцією [67].

Горох – однорічна холодостійка самозапильна культура. Існує чотири різновиди гороху: кормовий, зерновий, овочевий (луцильний) і цукровий [68].

Горох овочевий (*Pisum sativum* L..) має стрижневу кореневу систему, яка розгалужена в орному шарі ґрунту. Головний корінь сягає глибини понад 100 см. Азотфіксуючі бульбочки починають формуватися через місяць після посіву. Стебло гороху видовжене, має округло-гранчасту форму, закінчується вусиком, який утворюється на 15 – 20 день після посіву [69, 70].

Парноперисті, складні листки складаються нерозсічених, яйцеподібних листочків. Суцвіття – китиця, квітки з подвійною оцвітиною, двостатеві, самозапильні, метеликового типу. Цвітіння відбувається через 35 – 45 днів після появи сходів, а після запилення зав'язь починає розвиватися в плід – біб, технічна стиглість настає через 15 – 18 днів після цвітіння. Насіння гороху збирають у фазі біологічної стиглості, маса 1000 насінин становить 150 – 400 г [70, 71].

Овочевий горох – одна з найбільш холодостійких, світлолюбивих овочевих культур. Оптимальна вологість ґрунту для росту гороху знаходиться в межах 80% НВ [70, 72].

Сіють горох рано навесні – стрічковим способом, після сівби ґрунт ущільнюють котком. При з'явленні сходів посіви боронують поперек напрямку рядків. Горох збирають зеленим і технічно стиглим, коли зерна соковиті і досягають 6 – 7 мм в діаметрі, збирають його кількома партіями [72].

Кабачок (*Cucurbita pepo* var. *giraumontia*) – це плодова однорічна трав'яниста рослина, що відноситься до сімейства Гарбузові. Рослина має добре розвинену центральну кореневу систему, хоча основна її маса

сконцентрована у верхньому шарі ґрунту. Листя п'ятилопатеве, черешок злегка опушений [73, 75].

Кабачок має короткий вегетаційний період, відрізняється високою врожайністю і скоростиглістю. Рослина вимоглива до світла і тепла. Насіння проростає на 6 – 9 день після посіву при мінімальній температурі +10 +12°C. Кабачок не морозостійкий, витримує короточасне зниження температури до +5°C [75]. Вирощують його розсадним і безрозсадним способами. При розсадному способі товарну продукцію отримують на 10-15 днів раніше. Для цього використовують розсаду віком 20 – 30 днів. Висаджують в розсадник, коли ґрунт прогріється до 14 – 16 °C і зникне загроза весняних заморозків. Схема посадки повинна бути 70 x 70 або 90 x 90 см [76].

В ґрунт насіння висівають коли його температура на глибині до 12 см досягне 12 – 14°C, спосіб сівби – квадратно-гніздовий. Догляд за рослинами полягає в розпушуванні міжрядь, прополюванні та боротьбі з хворобами і шкідниками. Розпушують ґрунт після дощу і поливу. На півдні України кабачок поливають 8 – 10 разів, у Лісостепу — 3 – 4 рази, на Поліссі і в західних областях – 1 – 2 рази залежно від погодних умов. Поливна норма становить 35,5 л/м². Плоди кабачка збирають, коли вони досягають технічної стиглості [73, 75].

1.2. Фактори, що формують урожайність та якість і безпеку продукції овочівництва

Як правило, овочі дуже чутливі до факторів навколишнього середовища, тому висока температура та обмежена вологість ґрунту є основними причинами низької врожайності, оскільки вони сильно впливають на фізіологічні та біохімічні процеси, такі як зниження фотосинтетичної активності, зміни та метаболізму ферментів. У міру зміни клімату середні значення різних кліматичних параметрів, таких як температура, кількість опадів і відносна вологість, можуть змінюватися [20, 77].

Кліматичні зміни, такі як підвищення температури і нерегулярні опади впливають на ріст, цвітіння, запилення, розвиток плодів і зменшення урожайності овочевих культур [119].

Зміна клімату призвела до більшої невизначеності та ризику, наклавши більше обмежень на виробництво овочів. Це може призвести до подорожчання овочевих культур. Крім того, зміна клімату створює сприятливі умови для поширення патогенів і розвитку нових штамів шкідників і хвороб, спричинених грибками, бактеріями та вірусами [20].

На врожайність овочевих культур в першу чергу впливає такий фактор, як температура, а саме коливання її від максимальної до мінімальної, оскільки багато рослинної фізіологічної, біохімічної та метаболічної діяльності залежно від температури.

Колівання температури уповільнюють дозрівання плодів і негативно впливає на ріст і розвиток рослин, часто призводить до їх захворювання. Так, при різкій зміні температури огірки хворіють борошнистою россою, пероноспорозом, а помідори – фітофторозом. З підвищенням температури посилюються процеси засвоєння і синтезу органічних речовин, але разом з тим підвищується інтенсивність дихання. Тому при надмірному підвищенні температури може виникнути дисбаланс між процесами синтезу речовин і їх витрачання на дихання. Цей стан називається компенсаційною точкою. При різкому зниженні температури в рослинах порушується обмін речовин, що призводить до їх загибелі [80].

До складу більшості рослинних продуктів входить 83 – 95% води. Тому для досягнення високих урожаїв рослини поглинають із ґрунту велику кількість вологи. Вода потрібна рослинам для розчинення мінералів і переміщення їх по організму, а також для регулювання температури і транспірації. Потреби овочевих культур у вологості ґрунту і повітря залежать від їх біології, розвитку кореневої системи, морфо-анатомічної будови надземних органів, температури ґрунту і атмосфери, клімату, інтенсивності

сонячного освітлення, забезпеченості поживними речовинами, сили вітру і повітря вологості [123, 126].

В залежності від здатності вбирати воду з ґрунту, умовно овочі можна розділити на ті які добре вбирають воду та інтенсивно її витрачають (буряк столовий), ті, які добре її засвоюють і економно використовують (кукурудза, квасоля, перець, помідор, морква, петрушка), а також культури з поганим водопоглинанням і поганим дренажем (капуста, огірки, баклажани, водяний шпинат, редис), цибуля й часник – погано вбирають воду з ґрунту, і мало її споживають. Рослини останніх двох груп потребують підвищеної вологості, тому при їх посадці слід використовувати воду для поливу [6].

У певні фази росту навіть короточасна нестача вологи негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Ці стадії називають критичними. Однією з них є стадія проростання насіння. Недолік вологи в цей період призводить до затримки появи і навіть загибелі сходів. Після появи сходів більшість рослин добре розвиваються за помірного зволоження ґрунту, однак під час інтенсивного росту вегетативних і продуктивних органів витрати води значно зростають. Підвищену потребу у волозі в цей період мають огірки, помідори, бульби, капуста, салат. При нестачі вологи під час цвітіння опадають квітки і зав'язі. Тому, щоб рослина добре прижилася, при пересадці потрібно підтримувати вологість ґрунту в межах 85 – 90% від мінімальної вологості [6, 80].

Підвищеною потребою у волозі характеризуються всі ранньостиглі культури (зелень, ріпа), а також ранньостиглі сорти та гібриди білокачанної та цвітної капусти. Потреби овочевих культур у волозі ґрунту зростають із зменшенням запасу фітоелементів [58, 59].

Надлишок вологи в ґрунті, як і її недолік, негативно впливає на ріст і розвиток рослин. Тому при надмірному зволоженні змінюється співвідношення між рідкою і газовою фазами ґрунту, внаслідок чого коренева система недоотримує кисень і загниває. Надлишок вологи призводить до

загнивання листя і поширенню грибкових захворювань. Плоди стають водянистими і несмачними, а деякі культури втрачають споживчу здатність [81, 82].

Вологість повітря істотно впливає на ріст овочевих рослин. При високій температурі і низькій вологості повітря листя випаровує більше води, ніж коренева система поглинає з ґрунту. Рослина зневоднюється, кінчики листя жовтіють і сохнуть. Припиняється запилення квіток і розвиток зав'язі, посилюється дихання, сповільнюється ріст, що в цілому різко знижує врожайність [80, 100].

До відносної вологості повітря овочеві рослини не однаково вимогливі. Так, огірки і зелень найкраще ростуть при відносній вологості повітря 85 – 90%, капуста, цибуля, горох, коренеплоди – 70 – 80%, помідори, перець, баклажани, кукурудза – 60 – 70%, кавун, диня, гарбуз – 45 – 60% [29, 80].

Засолення ґрунту є серйозною проблемою, яка знижує ріст і врожайність овочевих культур у багатьох регіонах. З фізіологічної точки зору солоність викликає початкову нестачу води через відносно високі концентрації розчинених речовин у ґрунті. Сольовий стрес спричиняє втрату тургору, зниження росту, в'янення, відокремлення листя, зниження фотосинтезу та дихання, втрату цілісності клітин, некроз тканин і, зрештою, загибель рослини [121, 122, 123].

До засолення ґрунтів більш менш сприятлива цибуля, а огірок, баклажан, перець і помідор помірно чутливі [6].

Інший важливий абіотичний стрес який викликає серйозні проблеми для росту та врожайності овочевих культур це повені.

Затоплення зазвичай спричиняє нестачу кисню, яка виникає через повільну дифузію газів у воді та споживання кисню мікроорганізмами та корінням рослин. Більшість овочів дуже чутливі до перезволоження. Ці стреси є основною причиною понад 50% втрат врожаю в усьому світі [77, 89].

Зміна клімату також впливає на екологію та біологію комах-шкідників. Підвищення температури сприяє збільшенню плодючості деяких комах, таких як попелиця та капустяна міль, у результаті вони можуть виробляти більше поколінь на рік, ніж зазвичай.

З іншого боку, деяким комахам може знадобитися кілька років, щоб завершити свій життєвий цикл. Ті комахи, які живуть під землею на всіх або деяких стадіях свого життєвого циклу, як правило, зазнають більшого впливу, ніж комахи над землею, оскільки земля забезпечує ізоляційне середовище. Високі температури змушують комах мігрувати у вищі широти, тоді як високі температури в тропіках можуть мати негативний вплив на деяких шкідників.

Комахи особливо чутливі до температури, оскільки вони холоднокровні. Загалом комахи реагують на високі температури збільшеними темпами розвитку та коротшим періодом генерації. Підвищення температури прискорює ріст личинок капусти, цибулі та колорадських жуків [38].

Зміни температурних режимів та режимів опадів внаслідок змін клімату можуть змінити стадію росту, швидкість розвитку та патогенність збудників інфекції, а також фізіологію та стійкість рослини – господаря [43]. Температурна та морозна чутливість впливають на розподіл видів патогенів, незалежно від їх величезного ареалу, деякі грибкові не зустрічаються в помірному кліматі через їх високий температурний оптимум та чутливість до морозу. Більш рання поява та збільшення кількості комах переносників вірусних захворювань через підвищення температури взимку призводить до збільшення вірусних захворювань таких культур, як картопля та цукровий буряк. Зменшення заморозків через підвищення середньої мінімальної температури означає збільшення таких збудників, як фузаріоз [43, 77].

1.3. Якість і безпека овочів, вирощених в умовах інтенсивного землеробства

У сучасних умовах овочі переважно вирощують за інтенсивною

технологією у вузькоспеціалізованих сівозмінах. Внаслідок цього швидко деградує ґрунт, погіршується фітосанітарний стан агроценозу, а відтак збільшуються енергетичні витрати на його обробіток. Застосування інтенсивних технологій синтетичних добрив і фітосанітарних препаратів знижує якість продукції, а іноді й урожайність [83, 92, 136].

Водночас у високорозвинених країнах зростає рівень так званого органічного сільського господарства, особливо ринкового садівництва. На цій основі розробка та впровадження адаптивної системи овочівництва як переходу до органічного, як альтернативи інтенсивному землеробству [137, 109].

Проблема харчових отруєнь, пов'язаних з виробництвом і переробкою, зростає в національному та глобальному масштабах. У тенденції глобалізації та глобальної інтеграції якість харчових продуктів, гігієна та безпека є ключовими факторами конкурентоспроможності [5]. Вони допомагають продукту вижити і розширити ринок. Глобальні фактори збільшують попит на якісну та абсолютно безпечну сільськогосподарську продукцію. Рівень мікробного забруднення та залишків хімікатів, антибіотиків і важких металів у сільськогосподарській продукції став серйозною проблемою, що впливає на здоров'я людини та навколишнє середовище. Безпека харчових продуктів відіграє дуже важливу роль у багатьох європейських країнах, а також у Північній Америці, Новій Зеландії тощо. Вони встановлюють стандарти та правила, які вимагають, щоб продукти з інших країн, що надходять на їхні ринки, відповідали всім стандартам захисту споживачів. З цих причин усі продукти мають відповідати світовим стандартам безпеки та якості [1, 99, 138].

Інтенсивне сільське господарство є найбільш типовою формою землеробства. Воно базується на високих врожаях з важким і часто екстремальним використанням землі. Цей вид сільського господарства використовує методи та інструменти для отримання масового виробництва сільськогосподарської продукції [136].

Все більше використання хімічних речовин є небезпечним для природи та організму людини. Інтенсифікація сільського господарства забруднює навколишнє середовище та спричиняє серйозні проблеми зі здоров'ям через токсичні речовини. У зв'язку з цим наслідки інтенсифікації сільського господарства потребують серйозної уваги. Концепція інтенсифікації сільського господарства полягає в тому, щоб збільшити використання сільськогосподарських угідь для отримання якомога більшої врожайності та прибутку, а також задоволення потреб людини в їжі та продуктах харчування. Досягти цього вдається завдяки типовим інтенсивним сільськогосподарським методам, таким як збільшення використання добрив і пестицидів, інтенсивне зрошення, застосування важкої техніки для обробки ґрунту, посадка високоврожайних видів [136, 139].

Екстенсивне землеробство сприяє більш здоровому землекористуванню з меншим використанням хімікатів. Воно підтримує продуктивність природним і екологічно чистим способом, що перегукується з органічним землеробством.

Порівняно з екологічно чистим землеробством, інтенсивне вимагає використання менше праці, оскільки хімічні засоби боротьби зі шкідниками та бур'янами працюють швидше і простіші у використанні [109, 140].

Синтетичні пестициди та гербіциди у інтенсивному сільському господарстві призводять до того, що шкідники та бур'яни пристосовуються до хімікатів, внаслідок цього стають більш витривалішими і чисельнішими [141, 142].

Тому інтенсивне використання сільського господарства ослаблює ґрунти, та значно впливає на природні процеси, які відбуваються в них. Наприклад, отрутохімікати знищують мікроби в ґрунті, які у свою чергу допомагають компостувати й правильно застосовувати органічні речовини. Інтенсивність сільського господарства є основною причиною глобальної зміни клімату, яка прискорює забруднення ґрунту, повітря та води [141].

Сучасне сільське господарство використовує багато машин і технологій обробітку ґрунту та вимагає менше людської праці, ніж екологічні методи, які використовують багато ручної праці. Це призводить до низького рівня зайнятості та низької участі людських ресурсів [32].

Економічно низькі ціни традиційного інтенсивного землеробства серйозно конкурують з дорожчою продукцією органічного землеробства, хоча якість останнього, безумовно, переважає [138].

Інтенсифікація сільського господарства, безумовно, є корисною з точки зору продовольчої безпеки. Однак його методи погані для навколишнього середовища. Значним недоліком є скорочення популяції рослин і тварин. В основному це пов'язано із застосуванням агрохімікатів і методами монокультури [20].

Ще одним недоліком інтенсивного сільського господарства є зменшення популяції птахів та бджіл на сільськогосподарських угіддях через використання гормонів та інсектицидів.

Таким чином, продумані рішення та обмежені урядові ініціативи повинні збалансувати рішення між здатністю інтенсифікувати сільське господарство для задоволення потреб у продовольстві та зберегти навколишнє середовище здоровим протягом багатьох років [138].

Мінімізація впливу всіх факторів з негативними наслідками має стати основою екологічної стратегії в галузі овочівництва. При цьому існує нагальна потреба у поступовому переході від інтенсивних технологій або систем вирощування до адаптивних технологій або систем вирощування. Ця система землеробства є, з одного боку, переходом до органічної, а з іншого боку – альтернативою інтенсивним системам землеробства. Система технічного забезпечення адаптивного вирощування овочів має бути представлена пропозиціями для різних ґрунтово-кліматичних зон України: регіональна адаптивна структура за площею посіву, біологічна сівозміна, енергозберігаючі методи обробітку ґрунту, екологічно безпечні системи

удобрення та захисту рослин [96, 98, 140].

1.4. Характеристика джерел надходження важких металів в навколишнє середовище

Забруднення ґрунту важкими металами стало глобальною екологічною проблемою, яка привернула значну увагу громадськості, в основному через зростаючу стурбованість безпекою сільськогосподарської продукції. Важкі метали стосуються деяких металів і металоїдів, які мають біологічну токсичність, таких як кадмій, ртуть, миш'як, свинець і хром. Ці елементи потрапляють в ґрунтову агроecosystemу через природні процеси, отримані з вихідних матеріалів, і через антропогенну діяльність. Забруднення важкими металами становить велику загрозу для здоров'я та благополуччя організмів і людей через потенційний ризик накопичення через харчовий ланцюг [101, 102].

Важкі метали присутні в ґрунті як природні домішки, а причини їх підвищеної концентрації пов'язані з діяльністю людини. За останні десятиліття, разом зі швидким розвитком промисловості, їх вміст у біосфері, атмосфері та гідросфері значно зріс, тому нині вони є одними з основних джерел забруднення атмосферного повітря. В умовах високого рівня антропогенного навантаження поглинання важких металів сільськогосподарськими системами перевищує їхні захисні властивості. Це призводить до зниження продуктивності та якості сільськогосподарської продукції, ставить під загрозу людей і тварин [103, 104].

Відкритий видобуток корисних копалин, викиди металургійних заводів, хімічних підприємств, сміттєспалювальних фабрик, ТЕС, звалищ відходів, атмосферні опади, пожежі – є причиною надходження важких металів в ґрунт і через коріння в рослину [143].

Проникаючи в ґрунт, важкі метали постійно переміщуються, перетворюючись в ту чи іншу форму хімічної сполуки. Деякі з них

гідролізуються, інші можуть утворювати нерозчинні сполуки і закріплюватися в ґрунтовому середовищі. У ґрунті важкі метали можуть перебувати в трьох станах: необмінний, обмінний, розчинний у воді. Крім того, всі види поглинаючої здатності ґрунту беруть участь у процесах накопичення та метаболізму металів. Рослини, як і всі живі істоти, можуть протистояти підвищенню концентрації важких металів лише до певної межі. Подальше збільшення їх концентрації призводить до пригнічення і загибелі живих організмів. Наслідком накопичення важких металів у верхніх шарах ґрунту є збіднення видового складу рослин і мікроорганізмів, погіршення умов росту і розвитку рослин [106].

Ґрунт забруднений важкими металами, такими як ртуть, кадмій, свинець, хром, мідь, цинк, арсен (миш'як) є досить небезпечним.

Встановлено, що на кожен кілограм подвійного суперфосфату в ґрунт надходить 3,7 мг свинцю, 39 мг кадмію, 48 мг цинку та 14 мг міді. З порошком фосфору в ґрунт потрапляє 5,4 мг/кг кадмію, 16 мг/кг свинцю, 183 мг/кг цинку та 27 мг/кг міді [108, 130]. На кожен кілограм хлористого калію в ґрунт надходить 3,9 мг кадмію, 14 мг свинцю, 11 мг цинку і 3,6 мг міді. Азотні добрива містять від 0,05 мг/кг до 8,5 мг/кг кадмію, міді від 1 мг/кг до 15 мг/кг, свинцю від 2 мг/кг до 27 мг/кг і від 1 мг/кг до 14 мг/кг цинку [144, 145].

Важкі метали потрапляють в овочеві культури з ґрунту через кореневу систему і можуть активно або пасивно переміщуватися. Метали можуть випадати в осад і втрачати свою біологічну активність при контакті з клітинними стінками та багатьма мінеральними й органічними сполуками, що містяться в клітинах. У той же час при забрудненні ґрунту великою кількістю металів деякі з них здатні обходити захисну систему рослини і чинити на неї токсичну дію [130, 146].

Свинець є одним з дуже небезпечних хімічних елементів, він бере участь в обмінних процесах кісткової тканини, є потужним токсином, який зазвичай пов'язують із розвитком багатьох поведінкових проблем. Основними шляхами

надходження свинцю в організм є шлунково-кишковий тракт і повітря [112]. Майже всі продукти зараз забруднені свинцем, в тому числі овочі, які накопичують свинець в усі органи, особливо в листя. Люди отримують близько 150 – 180 мкг свинцю з їжею щодня [24, 25].

Ще один небезпечний токсичний елемент, який легко засвоюється рослинами є кадмій, його потрапляння в атмосферу пов'язане з роботою промислових підприємств. В організм людини він може потрапляти, як з їжею, так і через повітря та шкіру [112].

Мідь – дуже поширений елемент, що міститься в земній корі, мінералах, воді та донних відкладеннях. Забруднення ґрунту сполуками міді призводить до порушення водопроникнення, погіршення водно-повітряного режиму, зниження врожайності та загибелі ґрунтової мікрофлори. За даними ВООЗ, добова потреба в міді для дорослих становить 30 мкг/кг маси тіла, максимально допустима добова норма – 50 мкг/кг [108, 115].

Забруднення ґрунту міддю виникає при використанні фунгіцидів, що містять в собі мідь, нейтралізувати токсичність такого ґрунту дуже складно, мідь зберігається в ґрунті роками. Рослини при цьому низькорослі, жовтого забарвлення, мають низьку схожість та низьку енергію проростання насіння [24, 25].

Пригнічення коренів, хлороз, все це наслідки впливу високого рівня цинку на овочеві культури [116]. Овочі містять цинк в межах 0,1 – 0,5 мг / 100 г. Найбільше його міститься в зеленому горошку, петрушці, картоплі, часнику та моркві. В незначній кількості він міститься в баклажанах, кавунах, перці, шпинаті [107, 126].

Для пошуку шляхів зниження тиску токсичних речовин на ґрунт, а також для зменшення кількості важких металів в ньому потрібно постійно спостерігати і контролювати вміст важких металів в рослинницькій продукції [139].

Щоб зменшити і контролювати вплив важких металів існують відповідні норми їхнього вмісту в ґрунті та рослинній масі. Гранично допустимі концентрації – це та кількість важких металів, які не викликають патологічних змін або змін біологічних процесів, не призводять до накопичення токсичних елементів у рослинах навіть після тривалого впливу на ґрунт та рослини, що ростуть на ньому [101, 118].

Отже, така ситуація може посилити ризик для навколишнього середовища в цілому та зокрема для здоров'я людини. Тому пропонується уникати застосування хімічних добрив та пестицидів на основі агротехніки з високим вмістом важких металів.

1.5. Наслідки використання рослинної продукції одержаної в умовах забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами в харчуванні населення

Вплив важких металів на здоров'я людей та тварин, а також на врожайність сільськогосподарських культур є серйозною проблемою, яка потребує уваги та заходів для її вирішення. При накопиченні в ґрунті важкі метали можуть негативно впливати на його біологічні властивості, зменшуючи кількість мікроорганізмів, звужуючи їх видовий склад, змінюючи структуру мікробіоценозів та зменшуючи активність ґрунтових ферментів. Сильне забруднення важкими металами може призвести до втрати родючості ґрунту [119, 129].

Рослини є основною ланкою екологічного ланцюга, але їх поглинання токсичних елементів, зокрема важких металів, може загрожувати здоров'ю населення. Вживання рослин, зібраних на забруднених територіях, може негативно впливати на роботу внутрішніх органів і фізіологічні процеси людини. Важкі метали з рослинної сировини переходять в їжу і потім надходять в організм людини [147].

Овочева продукція є однією з культур, яка потребує посиленого моніторингу якості та безпеки, оскільки містить різні забруднювачі. Незважаючи на те, що ці культури не є основними продуктами харчування, вони мають високий вміст біологічно активних речовин, що вимагає дотримання певних вимог щодо їх виробництва на всіх етапах технологічного ланцюга [120].

Овочі є важливим джерелом вітамінів, мінеральних речовин та інших корисних сполук для здоров'я людей, але низька калорійність не означає безпечність. Накопичення пестицидів, солей важких металів та нітратів може зробити їх небезпечними для споживання [148].

Вживання продуктів з високим вмістом важких металів може призвести до порушення роботи багатьох систем організму. Проте, виявлення причин недуги та лікування можуть бути ускладнені, оскільки для більшості важких металів не існує певних ознак отруєння та ураження організму [107, 126].

Для ефективного засвоєння цинку організм потребує правильного співвідношення цинку та міді. Високе співвідношення цинку до міді може призвести до підвищення вмісту холестерину в крові. Мідь має важливу біологічну роль у роботі білків та ферментів, і накопичується в печінці, мозку, серці та нирках [108, 115].

Органічна мідь в овочах міститься в невеликих кількостях, особливо вирощених на торф'яних ґрунтах. Після обробки міддю вмісними фунгіцидами вміст міді в овочах може збільшуватися, але неорганічна мідь не є корисною. У баклажанах, картоплі, помідорах, хроні і салаті міді міститься більше, ніж в інших овочах [126, 115].

Свинець є небезпечним нейротоксином, який бере участь в обмінних процесах кісткової тканини, але є канцерогеном і тератогеном для організму. Утримування свинцю в організмі чоловіків вище, ніж у жінок. Він може спричиняти поведінкові проблеми, включаючи агресію та дефіцит уваги [112, 169].

Свинець може накопичуватися в організмі людини через їжу та атмосферне повітря. Забруднення свинцем є поширеним у продуктах харчування. Для профілактики свинцевих забруднень рекомендується дієта з підвищеною кількістю білка та споживання овочевої продукції з великою кількістю пектинів [101, 112].

Кадмій є токсичним елементом і одним з найпотужніших забруднювачів навколишнього середовища. Найбільше надходження кадмію в атмосферу пов'язано з діяльністю промислових підприємств і спалюванням відходів. Нирки є основним критичним органом, що характеризує інтенсивність кадмієвого навантаження на організм. Кадмій впливає на вуглеводний обмін, але не впливає на вміст цукру в крові. З віком вміст кадмію в організмі збільшується, особливо у чоловіків [103, 112].

Важкі метали є серйозним забруднювачем навколишнього середовища та кормів, оскільки вони накопичуються у рослинах та тваринах, що може призвести до їхнього потрапляння в організм людини [24, 149].

1.6. Заходи щодо зниження надходження важких металів у ланцюгу ґрунт – рослина – продукція

Для отримання продуктивного врожаю необхідно не лише посіяти хороше насіння, але й забезпечити рослину необхідними корисними речовинами, які вона отримує з ґрунту. Тому важливо, щоб ґрунт був наповнений поживними мікроелементами та мав достатню кількість повітря [39].

У залежності від наявності кисню та азоту в ґрунті, переважають аеробні або анаеробні бактерії, що впливає на процес перетворення органічних сполук. При наявності повітря, складні органічні сполуки швидко перетворюються на прості хімічні елементи та парникові гази, а при його обмеженні відбувається гуміфікація, що формує більш стійкі запаси органічних речовин. Гумус стає

джерелом поживних речовин для рослин, які можна отримати через розрихлення ґрунту та насичення його киснем [151, 152].

Культивування сільськогосподарських культур призводить до нестачі органічних речовин у ґрунті, що може бути компенсовано внесенням органічних добрив. Органічні добрива містять необхідні елементи живлення рослин та сприяють розвитку мікроорганізмів та черв'яків у ґрунті. Застосування органічних добрив покращує характеристики ґрунту та допомагає отримати хороший врожай [98, 99].

У сучасному суспільстві збільшується антропогенне навантаження на природу, що призводить до небажаних змін у природних процесах. Забруднення ґрунтів важкими металами має серйозні наслідки для довкілля, такі як зміна щільності, пористості, розвиток ерозії, втрата поживних речовин та зниження обмінної ємності катіонів. Важкі метали небезпечні через здатність до біоаккумуляції [103, 132].

У ґрунтах відсутня можливість швидкого очищення, тому хімічні забруднювачі можуть зберігатися в них довгі роки та зумовлювати тривалу дію токсикантів. Різні джерела забруднення, такі як вихлопні гази транспортних засобів, вивезення мулу на поля, залишки та викиди промислових майданчиків, внесення добрив та пестицидів, призводять до збільшення концентрації важких металів у ґрунті.

Зниження надходження важких металів у ланцюгу ґрунт-рослина-продукція може бути ключовим завданням для збереження здоров'я людей та екосистем.

Фіторемедіація – один з способів зниження вмісту важких металів в ґрунті, використання спеціальних рослин, які здатні акумулювати важкі метали з ґрунту та очищувати його. Рослини, такі як гідрофіти або акваріумні рослини, можуть бути ефективними агентами для цього завдання.

Біологічні заходи – застосування мікроорганізмів, які здатні знищувати важкі метали або перетворювати їх на менш токсичні форми. Наприклад, застосування бактерій або грибів може сприяти очищенню ґрунту.

Методи фітостабілізації – використання рослин для утримання важких металів у ґрунті та запобігання їх виносу. Цей підхід може бути особливо корисним на місцях розташування забруднених ділянок.

Введення до ґрунту матеріалів, таких як фосфати або органічні добрива, які можуть зв'язувати важкі метали і утримувати їх у недоступній формі для рослин, регулярний моніторинг рівнів важких металів у ґрунті, рослинах та продукції є важливим для вчасного виявлення проблем і вжиття відповідних заходів.

Для покращання стану земельних угідь необхідно вносити органічні і мінеральні добрива, впровадити агротехнічні, лісомеліоративні та гідротехнічні заходи для захисту земель від ерозії та деградації ґрунтів. Пріоритетними напрямками є – повернення органічної речовини в ґрунт та оптимізація сівозмін. Для підвищення ефективної родючості сільськогосподарських угідь необхідно забезпечити науково обґрунтований баланс та співвідношення видів мінеральних добрив [82, 153].

Агротехнічні, лісомеліоративні та гідротехнічні заходи спрямовані на збереження вологи в ґрунтах, регулювання стоку дощових і талих вод, залуження еродованих територій, створення захисних лісосмуг різного призначення та спеціальних споруджень для перерозподілу поверхневого стоку й швидкого припинення ерозії [11, 81, 82].

Належний захист та відновлення ґрунтових екосистем, забруднених важкими металами, є важливим завданням сучасного законодавства, яке базується на даних про хімічні властивості навколишнього середовища та їх вплив на здоров'я населення [154].

Для відновлення забруднених важкими металами ґрунтів необхідно знати не лише характеристики ґрунту, але й джерело забруднення та вплив цих

металів на довкілля. Оцінка ризиків є ефективним інструментом для управління забрудненими територіями з метою збереження здоров'я населення та екосистем [143].

Технології іммобілізації, промивання ґрунту та фіторемедіація є ефективними та екологічно стійкими методами відновлення забруднених ділянок, проте вони ще не стали комерційно доступними в більшості країн, що розвиваються [81]. Зростає інтерес до розробки технологій відновлення забруднених місць, особливо в країнах з великою щільністю населення та обмеженими коштами. Недорогі та екологічно стійкі способи відновлення забруднених земель є необхідними для зменшення ризиків для здоров'я людей та тварин, підвищення продовольчої безпеки та зменшення проблем із землеволодінням [155].

Висновки до розділу 1

На основі аналізу результатів досліджень, опублікованих у науковій літературі вітчизняними та зарубіжними авторами, встановлено, що сучасний агроекологічний стан ґрунтів характеризується різними типами забруднення та деградації внаслідок інтенсифікації галузі рослинництва.

1. Сучасні природньо-кліматичні та виробничі умови вирощування овочів характеризуються певними особливостями від яких залежить, як урожайність так і якість виробленої продукції. Особливого занепокоєння як у практиків так і у науковців набуває зростаючий рівень накопичення в ґрунтах сільськогосподарських угідь важких металів, які мігрують у овочі знижуючи їх якість та безпеку.

2. Важкі метали можуть потрапляти в овочі через забруднення ґрунту або води, що використовується для поливу. Найбільш поширеними важкими металами, які можуть бути виявлені в овочах, є кадмій, свинець, цинк та мідь. Великі дози цих металів можуть бути шкідливими для здоров'я, тому важливо враховувати джерела та якість овочів при їх вживанні. Виробники та організації, що контролюють якість продуктів, повинні здійснювати відповідні заходи для мінімізації ризиків забруднення важкими металами.

3. Однак з літературних першоджерел необхідно зробити висновок про недостатнє вивчення накопичення важких металів і мікроелементів у продукції овочівництва за впливу таких факторів, як період вирощування, аномальний рівень зволоження ґрунтів та виду мінеральних добрив.

4. Вивчення накопичення важких металів у овочевих культурах є важливим аспектом сільськогосподарської безпеки та охорони здоров'я. Дослідження зазвичай охоплюють аналіз ґрунту, води для поливу та самі овочі з метою виявлення рівнів забруднення. Це дозволяє встановити джерела забруднення, розуміти механізми накопичення металів у рослинах і їх продукції та удосконалювати технології даного виробництва. Такі

дослідження сприяють розробці практик вирощування, які зменшують ризики для здоров'я та допомагають забезпечити споживачів безпечними овочами.

Вище вказане і обумовило вибір теми дисертаційного дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Захарчук О.В. Світовий ринок овочів та місце України. *Агросвіт*. 2018. № 3. С. 3-7.
2. Сич З.Д., Бобось І. М., Федосій І.О. Овочівництво: Навчальний посібник. Київ: ЦП «Компринт», 2018. 406 с.
3. Сало І.А. Розвиток ринку овочів в Україні. *Економіка АПК*. 2021. Т. 28. № 2. С. 41 – 48. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202102041>
4. Севідова І.О., Лещенко Л.О. Стан, проблеми та перспективи розвитку овочівництва в Україні. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 12. С. 28-33.
5. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України / за ред. О.М. Прокопенко. Київ: Держстат, 2020. 60 с.
6. Яровий Г.І., Романов О.В. Овочівництво: навчальний посібник. Харків: ХНАУ, 2017. 376 с.
7. Лещенко Л.О. Удосконалення ринку овочів захищеного ґрунту на основі підвищення ефективності їх виробництва. *Агросвіт*. 2018. № 17. С. 48–53.
8. Власов В.І. Розвиток ринків аграрної продукції. *Економіка АПК*. 2015. Т. 22. № 6. С. 42-46.
9. Hussain A., Riyas S. Isolation of heavy metal content in vegetables. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2012. Vol. 11 (2). P. 128-135.
10. Адаптивна технологія вирощування насіння моркви: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан» ЛТД, 2020. 204 с.
11. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів: монографія. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 388 с
12. Морозова Л.П. Вивчення хімічного складу та біологічної активності моркви посівної (*Daucus carota* L. var. *sativus*). Огляд літератури. *Продовольчі ресурси*. 2023. Т. 11. № 20. С. 72-87.
DOI: <https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-08>

13. Недялкова І.А., Капустіна Л.І. Основні господарсько-цінні ознаки нових сортів часнику озимого в умовах Лісостепу України. *Овочівництво і баштанництво*, 2006. Вип. 52. С. 392–397.
14. Лихочвор В.В., Клименко М.О., Борисюк Б.В., Колесник Т.М., Збалансоване використання земельних ресурсів: навч.посіб. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 552 с.
15. Szelağ-Sikora A., Sikora J., Niemiec M. et. al. Impact of integrated and conventional plant production on selected soil parameters in carrot production. *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (20), 5612. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11205612>
16. Mylena Firmiano de Andrade, Luiziene Soares Alves et al. Harvest timing and nitrogen fertilization alter the production of biomass and antioxidant compound in the parsley. *African Journal of Agricultural Research*. 2023. Vol. 19 (5). P. 482-488
17. Sarwar S., Ayyub M.A., Rezgui M., Nisar S., Parsley: A review of habitat, phytochemistry, ethnopharmacology and biological activities. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 2016. № 9. P. 49-55.
18. Мельник О.І., Неміріч О.В., Гавриш А.В., Гаврильченко П.М. Технологічні аспекти виробництва крем-сиру з порошком зі шпинату. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. Серія "Харчові технології"*. 2019. Т. 21. № 91. С. 157-161. DOI: <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f9126>
19. Корнієнко С.І., Івченко Т.В., Горова Т.К. та ін. Наукові підходи створення гібридів моркви. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 80 с.
20. Семендяєв М.А. Проблеми розвитку органічного овочівництва. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Пляда, 2017. С. 92-94.
21. Пузік Л.М., Пузік В.К., Артёмов М.П., Гайова Л.О., Філімонова О.І. Вплив погодних умов вегетаційного періоду, строків посадки та особливостей сорту на ріст, розвиток рослин часнику озимого. *Інженерія*

природокористування. 2020. № 2 (16). С. 19-24. DOI: [https://doi.org/10.37700/enm.2020.2\(16\).19-24](https://doi.org/10.37700/enm.2020.2(16).19-24)

22. Сич З.Д., Кубрак С. М. (2023). Біологічний потенціал сортів і місцевих форм цибулі шалот в умовах Правобережного Лісостепу України. *Екотоксикологічний статус систем удобрення культур зерно-просапної сівозміни*. Монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2018. 212 с.

23. Корсун С. Г. Екотоксикологічний статус систем удобрення культур зерно-просапної сівозміни: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2018. 212 с.

24. Pusik L.M. et al. Influence of weather conditions of the vegetation period, terms of planting and features of a grade on growth, development of plants of winter garlic. *Engineering of nature management*. 2020. Vol. 2(16), P. 19-24.

25. Дубініна А.А., Овчинніков І.Ф., Чернова Н.А. Визначення вмісту солей важких металів у різних ботанічних сортах часнику, вирощених у різних регіонах. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2010. Вип. 2. С. 311-315.

26. Парамонова Т.В., Ходєєва Л.П. Ефективність систем удобрення цибулі ріпчастої в овоче-кормовій зрошуваній сівозміні лівобережного Лісостепу України. *Овочівництво і багтанництво*. 2016. Вип. 62. С. 228-237.

27. Готвянська А.С., Нестеренко А.А. Порівняльна оцінка способу зрошення та внесення добрив на ріст і розвиток рослин цибулі ріпчастої. Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 26 листопада 2020 р. Дніпро, 2020. С. 50-53.

28. Lyumar A.O. Effect of irrigation modes, irrigation methods, fertilizer rates on onion yield. *Таврійський науковий вісник*, 2015. Вип. 92. С. 69-73.

29. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 2. Відкритий ґрунт: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2008. 312 с.

30. Кецкало В.В., Вовк Д.А. Основні аспекти в технології вирощування овочевих рослин. Інноваційні розробки молоді в сучасному овочівництві: Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції (06 жовтня 2021 р., сел. Селекційне Харківської обл.) / Інститут овочівництва і баштанництва НААН. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2021. С. 21.
31. Чередниченко Л.І., Литвинюк Г.В. Ботанічна характеристика та біологічні особливості квасолі овочевої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. №5. С. 108-117.
32. Чудовська В.А. Фактори формування вітчизняного ринку органічної сільськогосподарської продукції. *Агросвіт*. 2012. № 18. С. 40-44.
33. Близький Р.С. Теоретичні та практичні засади формування ринку овочів в Україні. *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг*. 2011. Вип.1. С. 332-340.
34. Ушкаренко В.О. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
35. Каталог сортів рослин придатних для поширення в Україні. Київ: Алефа, 2010. 230 с.
36. Огірки: від теорії до практики: реком. покажч. літ. / уклад. І. А. Фисенко; ред. О. Г. Пустова; Д. В. Ткаченко. Миколаїв: МНАУ, 2020. 44 с.
37. Технології вирощування огірка: монографія / Г.І. Яровий, І.В. Лебединський, О.В. Сергієнко та ін. Харків: ХНАУ, 2018. 190 с.
38. Лихацький В.І., Улянич О.І., Гордій М. В. Овочівництво. Практикум. / за ред. В.І. Лихацького. Вінниця, 2012. 442 с.
39. Методологія адаптивної системи вирощування овочевих культур. Харків: ТОВ ВП «Плеяда», 2017. 58 с.
40. Скупський Р.М. Актуальні аспекти формування та функціонування овочевого ринку. *Продовольчі ресурси. Серія: Економічні науки*. 2015. № 4. С. 62-70.

41. Цапко Ю.Л., Зубковська В.В., Холодна А.С. та ін. Особливості іммобілізації-мобілізації деяких макроелементів ґрунту на осушуваних заплавах землях під насадженнями енергетичних культур. Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 88. 2019., С. 61-67.
42. Вітанов О.Д., Ромащенко М.І., Яровий Г.І. та ін. Вирощування огірка на продовольчі цілі з використанням краплинного зрошення в умовах лівобережного Лісостепу України. Укр. акад. аграр. наук, Ін-т овочівництва і баштанництва. Харків : ІОБ УААН, 12 с.
43. Івченко Т.В., Мірошніченко Т.М., Мозговська Г.В. Наукове обґрунтування ефективності методів біотехнології у селекції та насінництві овочевих культур: монографія; за ред. Т.В. Івченко. Київ: Аграрна наука. 2022. 200 с.
44. Mogilnaya O.M., Rud V.P., Khareba O.V. Priority of scientific directions of software manufacturing of small views of vegetable plants in Ukraine. *Vegetable and Melon Growing*. 2018. Vol. 64. P. 75-88.
45. Вдовенко С.А. Комплексна система вирощування овочів у відкритому ґрунті. *Плантатор*. 2019. № 2 (44). С. 54-55.
46. Моклячук Л.І., Ліщук А.М., Яцук І.П., Городиська І.М. Забруднення агроєкосистем непридатними пестицидами як регіональний індикатор стану земельних ресурсів. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 2. С. 140-144.
47. Rusin M., Domagalska J., Rogala D., Razzaghi M., Szymala I. Concentration of cadmium and lead in vegetables and fruits. *Scientific Reports*. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91554-z>
48. Горова Т.К. Сорт шпинату Переможець. *Аграрна наука – виробництво*, Київ: НААН, 2014.
49. Улянич О.І., Кецкало В.В. Салат посівний: монографія. Умань: Уманське комунальне видавничо-поліграфічне підприємство. 2011. 183 с.

50. Vdovenko S.A. Growing spinate in the city in the conditions of the right of belarusian forest of Ukraine. *Danish Scientific Journal*. 2020. № 36. Vol. 2. P.3-7.
51. Roberts J.L., Moreau R. Functional properties of spinach (*Spinacia oleracea* L.) phytochemicals and bioactives. *Food Function*. 2016. Vol. 7(8). P.3337-3353.
52. Elsayed S.I.M., Glala A.A., Abdalla A.M. et al. Effect of biofertilizer and organic fertilization on growth, nutrient contents and fresh yield of dill (*Anethum graveolens*). *Bulletin of the National Research Centre*. 2020. Vol. 44. № 122. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00375-z>
53. Сич З.Д., Бобось І.М., Федосій І.О. Овочівництво: Навчальний посібник. Київ: ЦП «Компринт», 2018. 406 с.
54. Punoševac M., Radović J., Leković A. and Kundaković-Vasović T. A review of botanical characteristics, chemical composition, pharmacological activity and use of parsley. *Archives of Pharmacy*. 2021. Vol 71, № 3. P. 177-196. DOI: <https://doi.org/10.5937/arhfarm71-31544>
55. Mir M.A., Hossain D., Al-Imran., Khan M., Begum M., Osman M.H. Environmental Pollution with Heavy Metals: A Public Health Concern. *Heavy Metals - Their Environmental Impacts and Mitigation*. *IntechOpen*. 2021. 280 p. DOI: 10.5772/intechopen.96805
56. Кондратенко С.І., Корнієнко С.І., Крутько Р.В., Ткалич Ю.В. Варіабельність прояву господарсько цінних ознак інбредних ліній салату листового залежно від кліматичних умов вирощування. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія "Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання"*. 2016. Вип. 1. С. 104-113.
57. Ameterey S.T, Cobbina S.J., Akpabey F.J., Duwiejuah A.B., Abuntori Z.N. Health risk assessment and heavy metal contamination levels in vegetables from Tamale Metropolis, Ghana. *International Journal of Food Contamination*. 2018. Vol. 5, № 1. P. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40550-018-0067-0>

58. Vidrih R., Filip S., Hribar J. Content of Higher Fatty Acids in Green Vegetables. *Czech Journal of Food Sciences*. 2009. Vol. 27, Issue 1. P. 125-129. DOI: <https://doi.org/10.17221/621-CJFS>
59. Sarkar T., Salauddin M., Roy S., et al. Underutilized green leafy vegetables: frontier in fortified food development and nutrition. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2023. Vol. 63, Issue 33. P. 11679-11733. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2095555>
60. Itlal Hakim Al Masoody et al. Pharmaceutical and Biological Properties of Dill: A Review. 2023. *IOP Conference Series: Earth Environ and Environmental Science*, 2002. Vol. 1158, Issue 6. 893 p. DOI 10.1088/1755-1315/1158/6/062005.
61. Smical A., Hotea V., Oros V., Juhasz J., Pop E. Studies on transfer and bioaccumulation of heavy metals from soil into lettuce, North University of Baia Mare. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2008. Vol. 7. P. 609-615 DOI: <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>
62. Дидів О.Й., Дидів І.В., Дидів А.І., Лещук Н.В., Позняк О.В. Біолого-виробнича оцінка сортів салату посівного в умовах Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2014. № 18. С. 238-241.
63. Manzoor A., Bashir M.A., Naveed M.S., Cheema K.L., Cardarelli M. Role of different abiotic factors in inducing pre-harvest physiological disorders in radish. *Plants*. 2021. № 10. 2003. P. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10102003>
64. Ghimire S., Adhikari B., Pandey S., Belbase K., Lamichhane S., Pathak R. Effect of different organic manure on growth and yield of radish in Deukhuri. *Dang, Nepal. Acta Sci. Agric*. 2020. № 4. P. 1-5.
65. Lockley R.A., Beacham A.M., Grove I.G., Monaghan J.M. Postharvest temperature and water status influence postharvest splitting susceptibility in summer radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2021. Vol. 101, Issue 2. P. 536-541. DOI: 10.1002/jsfa.10662

66. Улянич О.І., Господаренко Г.М., Рябовол Л.О., Любич В.В., Воробйова Н.В., Кецкало В.В., Ковтунюк З.І., Любченко А.І., Накльока О.П., Новак А.В., Новак Ж.М., Слободяник Г.Я., Тернавський А.Г., Ковтунюк З.І., Любченко А.І., Накльока О.П., Новак Ж.М. Наукові, методологічні та практичні підходи до проблем сучасної агрономії: монографія. За ред. О. І. Улянич. Умань: Видавничо-поліграфічний центр "Візаві". 2021. 452 с.
67. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Фотосинтетична активність гороху овочевого залежно від сортових особливостей, вапнування ґрунту та системи живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 42-50. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-4
68. Гойсюк Л.В. Біоенергетична ефективність вирощування кабачка в умовах Лісостепу Західного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. №2. С. 67-72.
69. Дідур І.М., Мостовенко В.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гороху овочевого в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4 (15). С. 21-29. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-3-4-2
70. Pandey A.K., Rubiales D., Wang Y., Fang P., Sun T., Liu N., & Xu, P. Omics resources and omics-enabled approaches for achieving high productivity and improved quality in pea (*Pisum sativum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 2021. Vol. 134. P. 755-776.
71. Міщенко Ю.Г., Норик Н.О. Вплив параметрів сівби на умови вирощування та продуктивність сортів гороху овочевого. *Вісник сумського національного аграрного університету*. 2018. № 4. С.10-14.
72. Гойсюк Л.В. Біоенергетична ефективність вирощування кабачка в умовах Лісостепу Західного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2015. №2. С. 67-72.

73. Паламарчук І. І. Вплив сортових особливостей та стимулятора росту на урожайність кабачка в умовах Лісостепу Правобережного. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 2. С. 48-52.
74. Примак І.Д., Польовий А.М., Гамалій І.П. Сільськогосподарська метеорологія та кліматологія. Біла Церква, 2008. 488 с.
75. Ibrahim E.A., El-Sherbini M.A., & Selim E.M. Effects of biochar on soil properties, heavy metal availability and uptake, and growth of summer squash grown in metal-contaminated soil. *Scientia Horticulturae*. 2022. № 301.
76. Antisari L.V., Orsini, F., Marchetti, L., Vianello, G., Gianquinto G. Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens. *Agronomy for sustainable development*. 2015. Vol. 35. P.1139-1147.
77. Божко Л.Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні. Монографія. Одеса: Екологія. 2010. 368 с.
78. Сєвідова І.О., Лещенко Л.О. Стан, проблеми та перспективи розвитку овочівництва в Україні. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 12. С. 28-33.
79. Bhatt R.M, Rao N.K.S, Harish D.M. Significance of grafting in improving tolerance to abiotic stresses in vegetable crops under climate change scenario. *Climate-Resilient Horticulture: Adaptation and Mitigation Strategies*. 2013. P.159-75
80. Зимароєва А. Оцінка впливу кліматичних чинників на просторове варіювання середньої врожайності овочів у відкритому ґрунті в Поліській та Лісостеповій зонах України. *Вісник Львівського національного аграрного університету «Агрономія»*. 2020. № 24. С. 107-116. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2020.01.107>
81. Цапко Ю.Л., Зубковська В.В., Холодна А.С., Калініченко В.М., Водяк Я.М. Особливості іммобілізації-мобілізації деяких макроелементів ґрунту на осушуваних заплавах землях під насадженнями енергетичних культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2019. Вип. 88. С. 61-67. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss88-08>.

82. Лісняк А.А. Методичні підходи щодо оцінки екологічного ризику деградації ґрунтового покриву. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство». 2010. № 4. С. 183-187.
83. Сєвідова І.О. Вплив якості овочевої продукції на конкурентоспроможність овочівництва. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Сер: Економіка АПК. 2013. №. 20. С. 302-306. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_econ_2013_20\(1\)__52](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vlnau_econ_2013_20(1)__52).
84. «Концепція Державної цільової програми розвитку овочівництва на період до 2025 року». Міністерство аграрної політики України. 2020. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/> (дата звернення: 12.09.2022).
85. Лищенко М.О Основні тенденції збуту та формування цін на овочі в Україні. *Економіка і суспільство*. 2016. Вип. 5. С. 207-215.
86. Логоша Р.В. Особливості інноваційного розвитку галузі овочівництва. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2017. Вип. 25. С. 86-91.
87. Офіційний сайт Вінницької міської ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vmr.gov.ua> (дата звернення 16.12.2021)
88. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 2. Відкритий ґрунт: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2008. 312 с.
89. Kumar D., et al. Metal pollution index and daily dietary intake of metals through consumption of vegetables. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2020. Vol. 17 (6). P. 3271-3278.
90. Дєдов О.В. Збереження родючості ґрунтів Поділля при зміні клімату. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2015. Вип. 28. № 1-2. С.140-145.

91. Sievidova I.A. et al. Factors affecting the economic management efficiency of agricultural enterprises in Ukraine. *Problems and Perspectives in Management*. 2017. Vol. 15. № 2. P. 204-211
92. Дегодюк Е.Г., Сайко В.Ф., Корнійчук М.С. та ін. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. Київ: Урожай, 2012. С. 320.
93. Copper And Soil - How Copper Affects Plants. 2021. URL: <https://www.gardeningknowhow.com/garden-how-to/soil-fertilizers/copper-for-the-garden.htm> (дата звернення 05.10.2022).
94. Міжнародний рік овочів і фруктів. Місце України в Інфографіці. 2021. URL: <https://agroportal.ua/ua/publishing/infografika/mezhdunarodnyi-godovoshchei-i-fruktoiv-mesto-ukrainy-v-infografiki/> (дата звернення 25.07.2022).
95. Pylypenko N., Klietsova N., Stoianenko I. An empirical analysis of competitiveness factors of the region's agrarian sector. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2019. № 5 (5). P. 128-135.
96. Шувар І. На шляху до біологізації. *Агробізнес сьогодні*. 2014. № 1. С. 34-35.
97. Antisari L.V., Orsini F., Marchetti L. Vianello G., Gianquinto G. Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens. *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. Vol. 35. P. 1139-1147.
98. Шкатула Ю.М. Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2015. 512 с.
99. Шкуратов О.І. Організаційно-економічні основи екологічної безпеки в аграрному секторі України: теорія, методологія, практика. Монографія. Київ: «ДКС-Центр». 2016. 356 с.
100. Юркевич Є.О. Агробіологічні основи сівозмін Степу України. Монографія. Одеса: ВМВ. 2011. 237 с.

101. Важкі метали – найбільш небезпечні елементи. URL: <http://moyaosvita.com.ua/ekologiya/vazhki-metalinajbilsh-nebezpechni-elementi/> (дата звернення 13.06.2021).
102. Важкі метали у компонентах навколишнього середовища м. Маріуполь (еколого-геохімічні аспекти). Київ: Інтерсервіс, 2014. 168 с.
103. Гришко В.М., Сишиков Д.В., Піскова О.М., Данильчук О.В., Машталер Н.В. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна безпека. Донецьк: Донбас, 2012. С. 304.
104. Важкі метали в ґрунті, визначення ГДК важких металів в ґрунті. URL: <https://himanaliz.ua/uk/vazhki-metali-v-grunti/> (дата звернення 23.10.2020).
105. Цицюра Я.Г., Броннікова Л.Ф., Пелех Л.В. Ґрунтовий покрив Вінниччини: генезис, склад, властивості та напрями ефективного використання. Монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2017. 452 с.
106. Fu Z., Xi S. The effects of heavy metals on human metabolism. *Toxicology Mechanisms and Methods*. 2020. Vol. 30, Issue 3. P. 167-176. DOI: <https://doi.org/10.1080/15376516.2019.1701594>.
107. Guerra F., Trevizam A.R., Muraoka T., Marcante N.C., Canniatti-Brazaca S.G. Heavy metals in vegetables and potential risk for human health. *Scientia agricola*. № 69 (1). P. 54-60.
108. Li-qun W., Lei L., Yi-bing M.A., Dong-pu W., Luo H. In situ immobilization remediation of heavy metals-contaminated soils: a review. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009. Vol.5, Issue 20. P. 1214-1222.
109. Новак Н. Підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств шляхом розвитку органічного виробництва на засадах диверсифікації діяльності та соціальної відповідальності. *Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу*. 2017. № 4 (40). С. 38-43.
110. Hu N.W, Yu H.W, Deng B.L. Hu B., Zhu GP., Yang XT., Wang TY., Zeng Y., Wang QY. Levels of heavy metal in soil and vegetable and associated health risk

- in peri-urban areas across China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2023. № 259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.115037>
111. Самохвалова В.Л. Використання антидотів за забруднення системи ґрунт–рослина важкими металами. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. 2007. Вип. 20. С. 52-58
112. Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І., Мілігула О.М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 20-23.
113. Гуцол Г.В. Моніторинг забруднення важкими металами ґрунтів сільськогосподарського призначення Лісостепу Правобережного. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 40. С. 12-17.
114. Дегодюк Е.Г., Сайко В.Ф., Корнійчук М.С. та ін. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. Київ. Урожай, 2012. С. 320.
115. Цибуля ріпчаста. URL: <https://sadyba.com/ovocho/cibulya-ripchasta/> (дата звернення: 30.05.2021).
116. Auyoub Bhat M., Kirmani N.A., Agrawal H.P., Bhat M.I., Mushtaq A. Wani, Heavy Metal Phytotoxicity to Radish (*Raphanus sativus* L.) in a Digested Sludge-amended Gangetic Alluvium Mohammad Auyoub Bhat. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*. 2011. Vol. 20, Issue 6. P. 733-743. DOI: <https://doi.org/10.1080/15320383.2011.594113>
117. Розвиток інтенсивних систем землеробства на зрошуваних землях України: науково-технологічне забезпечення: методичні рекомендації. Херсон: «ОЛДІ-ПЛЮС». 2020. 254 с.
118. Балюк С.А. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 6. С. 5-11.
119. Грабак Н.Х., Топіха І.Н., Давиденко В.М., Шевель І.В. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: навчальний посібник. Київ: ВД Професіонал, 2006. 496 с.

120. Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування. *Агробіологія*. 2022. № 1 (171). С. 108-114. DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-107-113
121. Ільченко, І. І. Особливості розвитку ринку овочів в Україні. *Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2017. № 1. С. 133-141.
122. Аyyogari K, Sidhya P, Pandit M.K. Impact of climate change on vegetable cultivation-a review. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 2014. Vol. 7(1). P.145-155.
123. Schwarz, D., Roupael Y., Colla G., Venema J. H. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia horticulturae*, 2010. Vol. 127(2), P.162-171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.016>
124. Войтович Н.Г. Вміст важких металів у рослинницькій продукції Львівщини. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2013. № 17 (1). С. 48-52.
125. Параняк Р. П. Шляхи надходження важких металів в довкілля та їх вплив на живі організми. *Біологія тварин*. 2007. Т. 9, № 3. С. 83-89.
126. Rehman K., Fatima F., Waheed I., Akash M.S. H. Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences. *Journal of Cellular Biochemistru*. 2018. Vol. 119, Issue 1. P. 157-184. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcb.26234>
127. Ling W., Shen Q., Gao Y., Gu X., Yang Z. Use of bentonite to control the release of copper from contaminated soils. *Australian Journal of Soil Research*. 2007. Vol. 8, P. 618–623.
128. Schattman R.E., Jean Haley, Faulkner J.W., Maden R., McKeag L., Nelson K.C., Grubinger V., Burnett S., Erich M. S., Ohno T. Effects of irrigation scheduling approaches on soil moisture and vegetable production in the Northeastern U.S.A. *Agricultural Water Management*. 2023. Volume 287. №1. 108428.

129. Довгопола К. А. Екологічна оцінка вмісту важких металів у ґрунті. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe? (дата звернення 12.02.2022)
130. Briffa J., Sinagra E., Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon* 2020. № 6 (9). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
131. Brooks B.W., Lazorchak J.M., Howard M.D.A., Johnson M.-V.V., Morton S.L., Perkins D.A.K., Reavie E.D., Scott G.I., Smith S.A., Steevens J.A. Are harmful algal blooms becoming the greatest inland water quality threat to public health and aquatic ecosystems? *Environmental toxicology and chemistry*. 2016. Vol. 35, Issue 1. P. 6-13. DOI: <https://doi.org/10.1002/etc.3220>
132. Дєдов О.В. Декальцинація ґрунтів Вінниччини: проблеми та перспективи її вирішення. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. Михайла Коцюбинського. Серія «Географія»*. Вип. 26. 2014. С. 72-76.
133. Sharma K.D., Karki S., Thakur N.S., Attri S. Chemical composition, functional properties and processing of carrot: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 2012. Vol. 49 (1). P. 22-32.
134. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
135. Улянич О.І., Яновський Ю.П., Алексейчук О.М., Сорока Л.В., Прудкий Р.І. Урожайність зелені руколи посівної і шпинату городнього залежно від сорту в Правобережному Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2015. № 87 (1). С. 182-188.
136. Industrial Agriculture: Benefits And Risks Mitigation. URL: <https://eos.com/blog/industrial-agriculture/> (дата звернення: 20.04.2024)

137. Цицюра Я.Г. Адаптивна стратегія землеробства правобережного Лісостепу України за зміни клімату. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 25-33.
138. Чайка Т.О. Розвиток виробництва органічної продукції в аграрному секторі економіки України. Монографія. Донецьк : Видавництво «Ноушдж». 2013. 320 с.
139. Мазур, В.А., Вradій, О.І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 16-24.
140. Рудь В. П. Інституційне забезпечення розвитку органічного овочівництва. *Інтелект XXI*. 2016. № 6. С. 124-134.
141. Saeedeh L. L. S., Moghaddam P.R., Ghorbani R., Khorasani R. The effect of organic, chemical fertilizers and mycorrhizal inoculation on the quantitative and qualitative yield of the medicinal plant (*Anethum graveolens* L.). *Agroecology*. 2018 Vol.10 №3. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20203216765>
142. Корнієнко С.І., & Новікова А.В. Ефективність елементів технології озимого вирощування цибулі ріпчастої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2016. № 9. С. 61-65.
143. Цикало А.Л., Космачова А.М., Смірнов В.М. Експериментальне дослідження накопичення важких металів рослинами та перспективи використання рослин для попередження забруднення довкілля урбанізованих територій. *Холодильна техніка та технологія*. 2015. № 51 (6). С.78-83.
144. Рукавичка О.М., Гущук І.В. Організація еколого-гігієнічного моніторингу за накопиченням важких металів у системі ґрунт-овочева продукція на території Дубровицького району Рівненської області. *Гігієна населених місць*. 2013. № 62. С.100-105.

145. Гребняк М.П., Гребняк В.П., Єрмаченко О.Б., Павлович Л.В. Забруднення ґрунту хімічними елементами: фактори ризику, негативний вплив на здоров'я. *Довкілля та здоров'я*. 2007. №3 (42). С. 22-28.
146. Природокористування і якість життя - поради лікаря: потужна користь зелених овочів. URL: <https://nubip.edu.ua/node/140062> (дата звернення: 08.09.2023).
147. Разанов С.Ф. Екологічна та техногенна безпека. Навчальний посібник для вивчення дисципліни. Вінниця: РВВ ВНАУ. 2013. 125 с.
148. Ashita Sharma, Jatinder Kaur Katnoria, Avinash Kaur Nagpal Heavy metals in vegetables: screening health risks involved in cultivation along wastewater drain and irrigating with wastewater Published online 2016 Apr 19. DOI: 10.1186/s40064-016-2129-1
149. Ling W., Shen Q., Gao Y, Gu X. and Yang Z. Use of bentonite to control the release of copper from contaminated soils. *Australian Journal of Soil Research*, 2007. Vol. 8. P. 618-623.
150. Вожегова Р.А. Зрошення – головний елемент сучасних агротехнологій в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 97(11). С. 67-74.
151. Gupta N., Yadav K., Kumar V., Kumar S., Chadd R., Kumar A. Trace elements in soil-vegetables interface: Translocation, bioaccumulation, toxicity and amelioration - A review. *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 651, Part 2. P. 2927-2942. DOI:10.1016/j.scitotenv.2018.10.047.
152. Вдовенко С.А., Паламарчук І.І. Особливості технології вирощування кабачка в умовах відкритого ґрунту. Монографія. Вінниця: ВНАУ, 2019. 195 с.
153. Балюк С.А., Ромащенко М.І., Трускавецький Р.С. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації). Колективна монографія. Херсон: Грінь Д.С. 2015. 668 с.

154. Мішенін Є.В., Ярова І.Є., Дутченко О.М. Еколого-економічна безпека аграрного землегосподарювання: концептуальні орієнтири та організаційні механізми. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 2. С. 145-151.

155. Могильна О.М., Муравйов О.В., Рудь В.П., Вітанов О.Д. Методологічні аспекти еколого-економічного розвитку органічного овочівництва в Україні. Інституційне забезпечення: Монографія. Харків : ТОВ «ВП «Плеяда». 2017. 91 с.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Грунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Грунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування високих урожаїв усіх овочевих культур. В умовах Лісостепу України найбільше вирощують капусту, огірки, цибулю, моркву, столовий буряк [1, 2].

Лісостепова зона – це велика територія з придатними для вирощування ґрунтами, тепловими, світловими і водними ресурсами, що забезпечує повноцінну тривалість вегетаційного періоду [1-3].

Лісостеп простягається майже на 1100 км від Передкарпаття на заході до Середньоруської височини на сході і охоплює всю центральну частину території України завширшки в середньому 110 км. Ця природно-географічна зона займає близько 34% території України. Вона має високопродуктивні сільськогосподарські угіддя, високу розораність земель, значну лісистість, обмежену площу природних сіножатей і пасовищ [2].

Оскільки лісостепова фізико-географічна зона розташована між Поліссям і Степом, то в її північній частині відчувається більший вплив природних компонентів, типових для зони лісів, а на півдні посилюється вплив чинників, властивих степовій зоні [2, 3].

Вінницька область, яка була територією проведення досліджень належить до правобережного Лісостепу [4].

Експериментальну частину дослідження було виконано в умовах сільськогосподарських угідь ФГ «Зоря Василівка» с. Василівка.

С. Василівка розташоване в лісостеповій зоні Вінницької області. Північно-східна частина її зайнята Придніпровською височиною, південно-західна – Подільською височиною. Поверхня області – хвиляста рівнина, полого нахилена у південному і південно-східному напрямках, розчленована

глибокими долинами річок, подекуди – ярами та балками. Значна глибина розчленування в Придністров'ї.

У землекористуванні господарства знаходиться 753 га землі. Основна діяльність – ведення рослинництва (рис. 2.1). Спеціалізацією ФГ «Зоря Василівки» є вирощування пшениці (озимі та ярі сорти), ячменю, соняшнику, ріпаку, сої, кукурудзи, гороху та ін. [5].

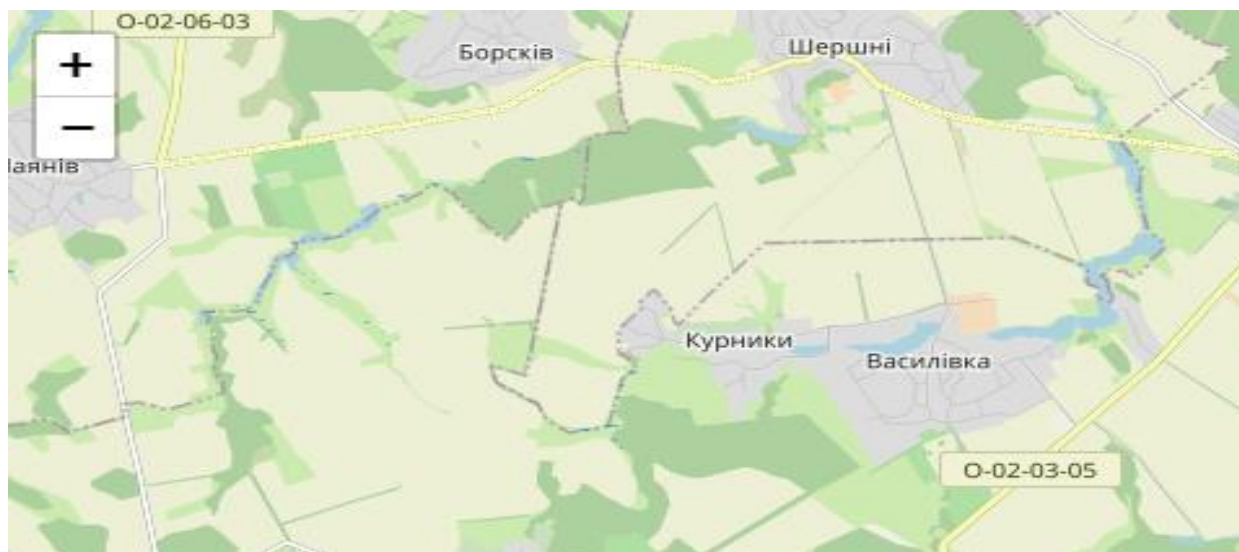


Рис. 2.1. – Мапа розташування ФГ «Зоря Василівки» [5].

Більшу частину у структурі землекористування господарства становлять орні землі (рис. 2.2).

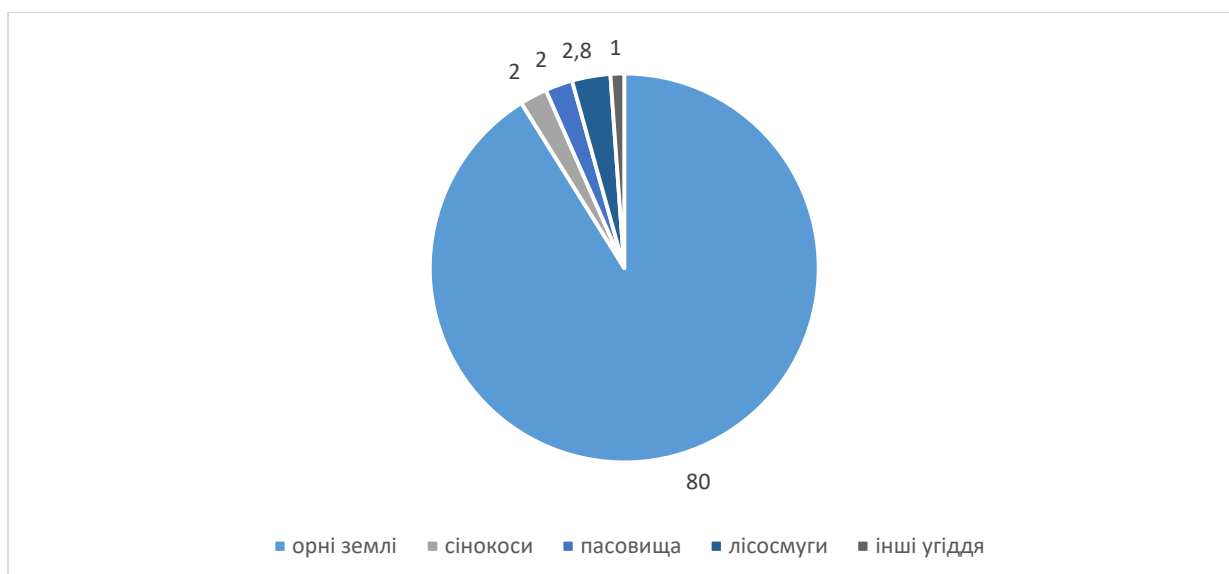


Рис. 2.2. – Структура землекористування господарства ФГ «Зоря Василівки» [5], %

Рельєф дослідного поля – це рівнинне плато з пологими ($1 - 2^\circ$) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Ґрунтові води залягають на глибині 12–14 м [6]. Відносно кількості опадів, то регіон має періодичні посухи і відноситься до місцевості з нестійким зволоженням. Ґрунтові умови дослідного поля відносяться до сірих опідзолени ґрунтів, що сформувалися переважно в умовах зріджених освітлених лісів з добре розвиненим трав'янистим покривом [7].

Ознаки опідзолення виражені слабо, а процеси акумуляції гумусу посилюються, тому вони мають добре гумусовану верхню частину профілю і безгумусну нижню частину. Вони мають більш сприятливі агрофізичні властивості, істотно зростає вологоємність та вміст елементів живлення. Мають високу природну родючість [8, 9].

Сірі лісові ґрунти мають невисоку природну родючість. Внаслідок погіршення фізичних та фізико-хімічних властивостей відносно чорноземів опідзолених, їх продуктивна здатність дещо знижена, незважаючи на кращі умови за зволоженням, але вони не поступаються чорноземам типовим. Родючість зменшується від помірно добре гумусоаккумулятивного до слабо гумусоаккумулятивного підтипів. Як і для інших ґрунтів, для них характерна закономірність зростання продуктивності при поважчання гранулометричного складу [10].

Вміст гумусу в сірих лісових ґрунтах значно вище, ніж у сильноопідзолених (2,5 – 3,2 % в орному шарі суглинистих відмін), причому кількість його з глибиною зменшується не так різко. В шарі 0 – 30 сантиметрів його середній вміст 2,77 % (112 т/га). Вміст ввібраних основ 13,0 – 20,5 мг.екв на 100 г ґрунту.

Кислотність сірих лісових ґрунтів: рН 5,6 – 5,8, гідролітична становить 2,2 – 3,2 мг.екв. на 100 г ґрунту [11]. Насиченість двовалентними основами вбирного комплексу даних ґрунтів складає 82 – 90 %. Фізичні властивості сірих лісових ґрунтів кращі ніж у сильноопідзолених. Суглинкові різновиди

цих ґрунтів характеризуються кращим водно-повітряним режимом. Хоча верхні горизонти їх мають неводостійку розпорошену структуру, що спричиняє запливання ґрунту і утворення кірки, хоч в меншій мірі, ніж у сірих і світло-сірих опідзолених ґрунтах.

Поживний режим також краще ніж у сильнопідзолистих. Вміст гідролізованого азоту становить тут 6,5 – 8,0, а калію 14 – 15 мг на 100 г ґрунту. Для отримання високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур в опідзолених і особливо сильноопідзолених ґрунтах необхідно вносити підвищені дози органічних і мінеральних добрив (азотних і калійних). Крім того, ненасичені ґрунти потрібно вапнувати, проводити заходи боротьби з запливанням та утворенням кірки, застосовувати комплекс протиерозійних заходів – агротехнічних, а при необхідності і гідротехнічних та агролісомеліоративних. Дані ґрунти придатні під всі сільськогосподарські культури, які вирощують у зоні Лісостепу [10, 11].

Важливу роль у вирощуванні і одержанні високої врожайності овочів належить метеорологічним умовам. Клімат природно господарського району, де проводилися дослідження помірно континентальний з м'якою зимою й теплим вологим літом. Пересічна температура січня -4, -6 °С, липня +18,6, +20,5 °С. Річна кількість опадів 520 – 590 мм, з них близько 80% припадає на теплий період року [20, 21].

За агрокліматичним районуванням територія дослідного господарства віднесена до першого, помірно теплого вологого району [7, 12].

За період досліджень 2021-2023 рр. було проведено спостереження та аналіз погодних умов, що склалися під час вегетаційного періоду овочевої продукції (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Погодні умови Вінницької області за досліджувані 2021-2023 роки

Показники	Багаторічний показник	Роки досліджень		
		2021	2022	2023
Середньорічна температура, °С	7,0	8,34	9,34	10,7
Сума опадів за рік, мм	634	582,4	479	542,3

Джерело: сформовано автором за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [13]

Характеризуючи отримані кліматичні дані (дод. В – В 1) зазначимо, що у 2021 році середньорічна температура становила 8,34 °С, що було на 1,34 °С вище норми (7,0 °С); сума опадів за рік склала 582,4 мм, що відповідає 91 % багаторічної норми (634 мм).

Для отримання гарного урожаю овочевої продукції посів озимих овочевих культур здійснювали в третій декаді жовтня 2020 року, коли температура повітря в середньому коливалась від +7 °С до +10 °С.

А також повторний посів здійснили у третій декаді квітня, коли температурні показники коливались в межах +10 °С +15 °С. Найвища температура повітря протягом вегетаційного періоду була зафіксована у першій декаді серпня і складала +20,8 °С, а найнижча температура повітря була зафіксована в другій декаді лютого – 8,6 °С (рис.2.3) [14].

Календарний зимовий період 2020 – 2021 років відзначився від 2 см до 25 см періодично утворюваним сніговим покривом, температурами повітря, які на 0,5 °С перевищували норму та на 23,5 мм більшою кількістю атмосферних опадів.

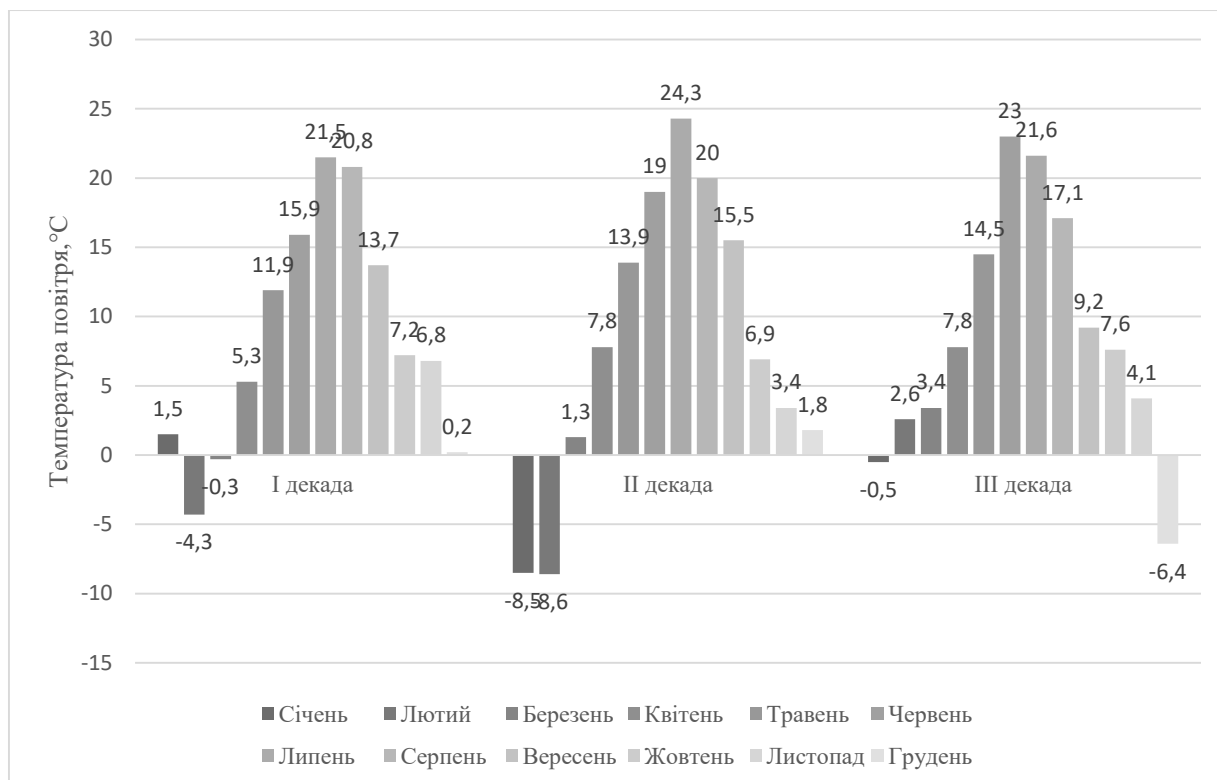


Рис. 2.3. – Температурні показники вегетаційного періоду (2020-2021 р.), °С

Джерело: сформовано автором за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

Кількість опадів протягом 2021 року становила 582,4 мм. Найменша їх кількість випала в квітні, липні та серпні 33 мм, 35 мм та 52 мм відповідно, а в травні та червні кількість опадів становила 100 мм та 83 мм. (рис.2.4).

Потрібно зауважити, що протягом квітня спостерігався незначний дефіцит опадів, що було на 13 мм нижче порівняно з середніми багаторічними опадами, хоча збільшення опадів у травні до 100 мм, що на 54 мм вище за середні багаторічні опади значно покращило ріст і розвиток досліджуваних овочів.

Аналізуючи погодні умови вегетаційного періоду 2020 – 2021 рр. необхідно відмітити, що вони виявилися сприятливими як за вологозабезпеченням, так за температурним режимом, що позитивно позначилось на процесах росту й розвитку овочів.

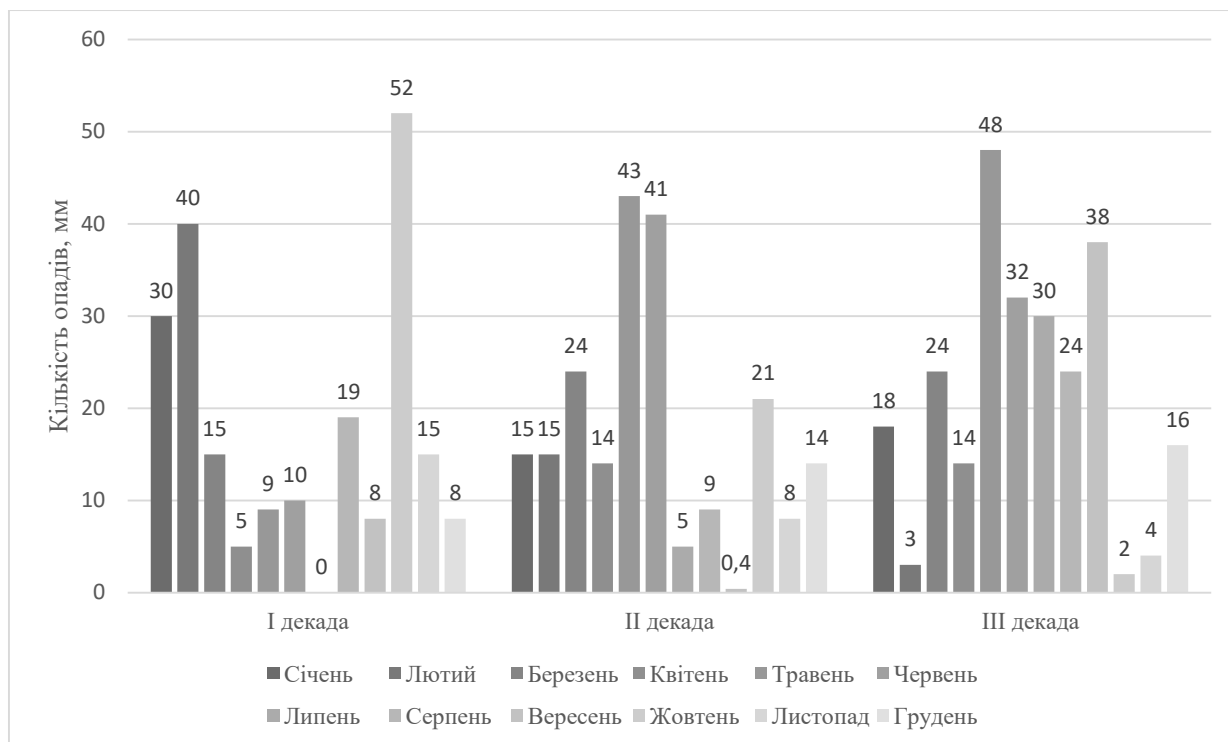


Рис. 2.4. – Кількість опадів протягом вегетаційного періоду (2020-2021 р.), мм

Джерело: сформовано автором за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

Характеризуючи погодні умови 2022 року зазначимо, що за статистичними даними, середньорічна температура склала 9,34 °С, що на 2,34 °С було вище норми (7,0 °С); сума опадів за рік склала 479 мм (75 % багаторічної норми – 634 мм).

Найнижча температура повітря протягом вегетаційного періоду овочевої продукції була зафіксована у другій декаді квітня, за середнього показника даного періоду 8,2 °С, посів овочів для проведення досліджень розпочали у першій декаді цього місяця. Повторно озимі овочеві культури висівали в третій декаді жовтня.

Найвищі показники температури повітря було зафіксовано у третій декаді липня +20,9 °С і в серпні +22,1 °С (рис. 2.5). Загалом, середня температура повітря впродовж вегетаційного періоду овочів з квітня по серпень 2022 року склала 16,7 °С.

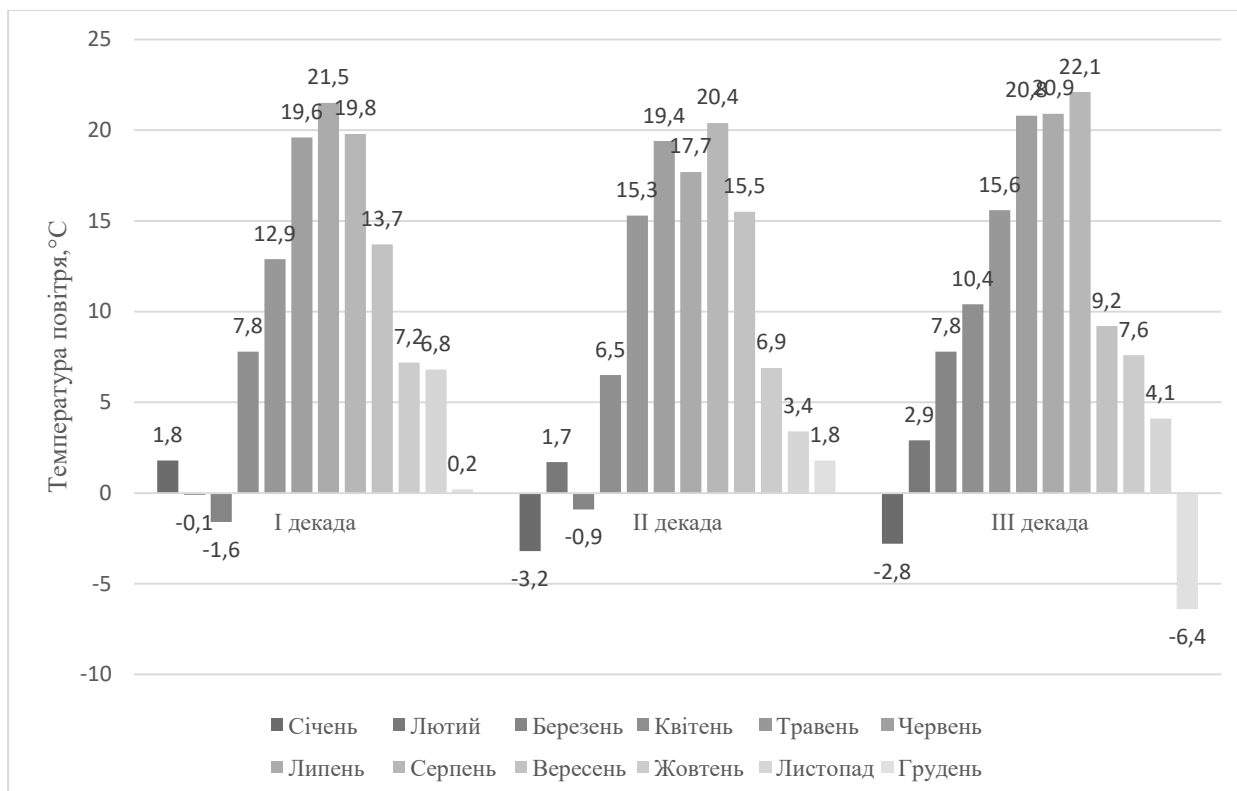


Рис. 2.5. – Температурні показники вегетаційного періоду (2022 р.), °С

Джерело: сформовано автором за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

Протягом вегетаційного періоду 2022 р. кількість опадів становила 479 мм., що на 103 мм. менше за багаторічний показник (634 мм.), найменша кількість опадів випала в жовтні 2 мм та в листопаді 9 мм, що значно вплинуло на ріст досліджуваних овочів, найбільша кількість опадів спостерігалась в серпні 65,5 мм. Така кількість опадів була мало сприятлива для отримання гарного урожаю овочевої продукції.

Отже, навесні в умовах 2022 року сума опадів становила 79,6 мм, що на 20,4 мм нижче середніх багаторічних показників. Найбільша кількість опадів випала у другій декаді серпня 51 мм, а у третій декаді серпня зволоження було лише 0,5 мм. За холодний період (жовтень 2021 р. – березень 2022 р.) опадів

випало лише 70 % норми, а за теплий період (квітень – вересень 2022 р.) їх кількість становила 82 % від норми.

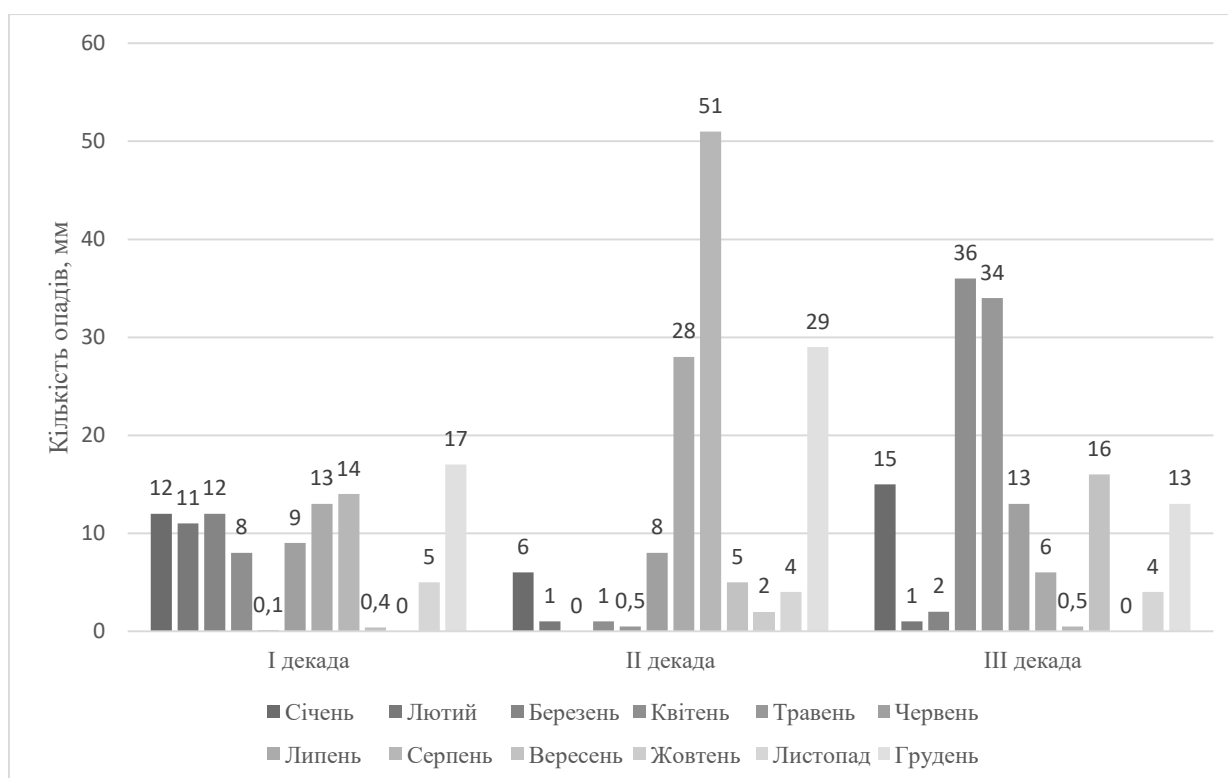


Рис. 2.6. – Кількість опадів протягом вегетаційного періоду (2022 р.), мм
Джерело: сформовано автором за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

Аналізуючи погодні умови 2023 року, зазначимо що середньорічна температура становила 10,7 °С, що було на 3,7 °С вище норми (7,0 °С); сума опадів за рік склала 542,3 мм, що відповідає 85 % багаторічної норми (634 мм).

Посів овочів проводили у третій декаді квітня, коли температурні показники коливались в межах +10 °С. А також повторний посів озимих овочевих культур здійснювали в третій декаді жовтня при температурі +11 °С.

Щодо температурних показників холодного періоду (жовтень 2022 р. – березень 2023 р.), то найнижча температура була в першій декаді лютого -3,1 °С, а найвища в першій декаді жовтня +11,6 °С.

Тепла сонячна погода, яка спостерігалася в першій декаді листопада, сприяла нормальному укоріненню рослин, що зійшли, та досить активній

вегетації. Поступове зниження температури повітря створювало сприятливі умови для загартування рослин.

Найвища температура повітря протягом теплого періоду (квітень 2023 р. – вересень 2023 р.) була зафіксована у третій декаді серпня $+23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, а найнижча в першій декаді квітня $+6,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис.2.7).

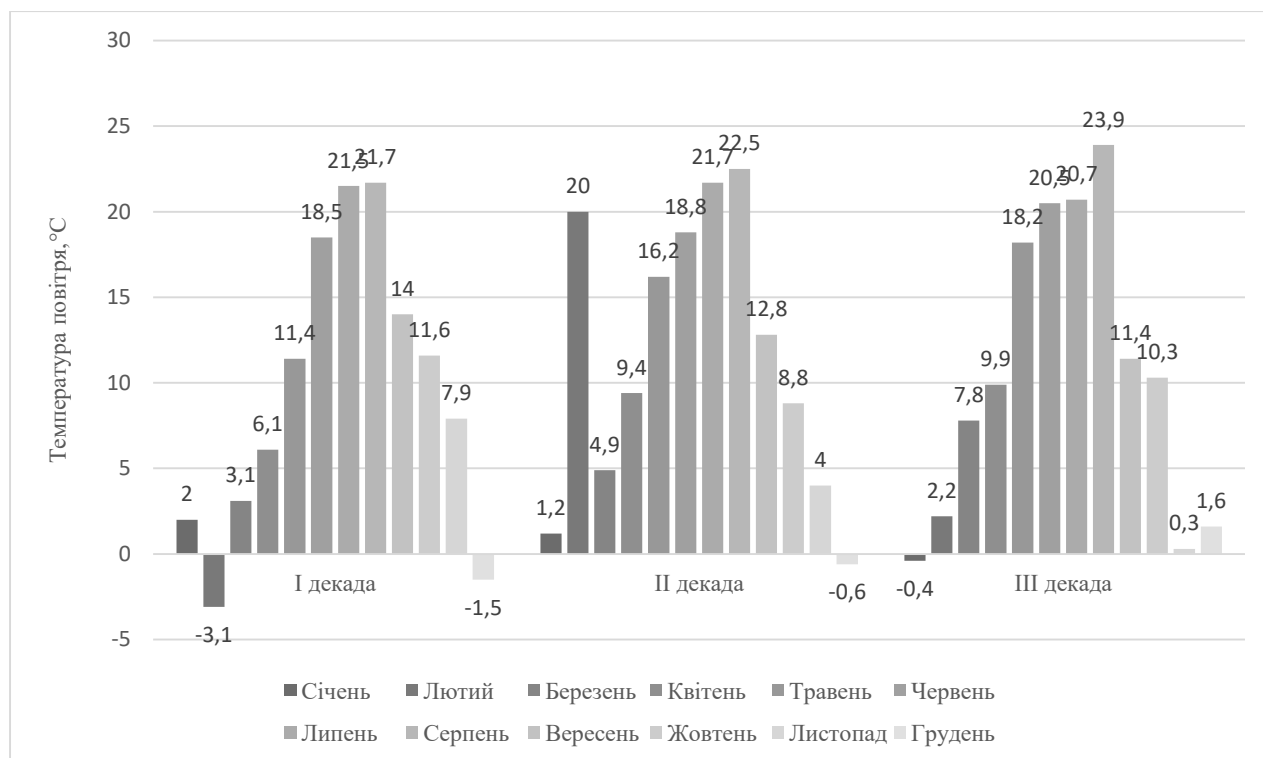


Рис. 2.7. – Температурні показники вегетаційного періоду (2022 – 2023 р.), $^{\circ}\text{C}$

Джерело: сформовано автором за даними даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

Характеризуючи кількість опадів протягом вегетаційного періоду 2022 – 2023 року, зауважимо, що протягом теплого періоду (квітень 2023 р. – вересень 2023 р.) випало 299,3 мм опадів, тобто 55% від суми опадів за досліджуваний рік. У першій декаді квітня спостерігали найбільшу кількість опадів 55 мм., а за травень 2023 р. випала найменша кількість опадів – за першу декаду випало 3 мм, за другу – 0 мм, за третю – 0,3 мм, усього 3,3 мм (рис. 2.8)., це негативно вплинуло на сходи та ріст багатьох овочевих культур.

Аналізуючи кількість опадів у холодний період (жовтень 2022 р. – березень 2023 р.), потрібно зазначити, що найбільша кількість опадів випала в листопаді 2022 р. і становила 62 мм.

Загалом протягом вегетаційного періоду 2022 – 2023 рр. кількість опадів становила 542,3 мм.

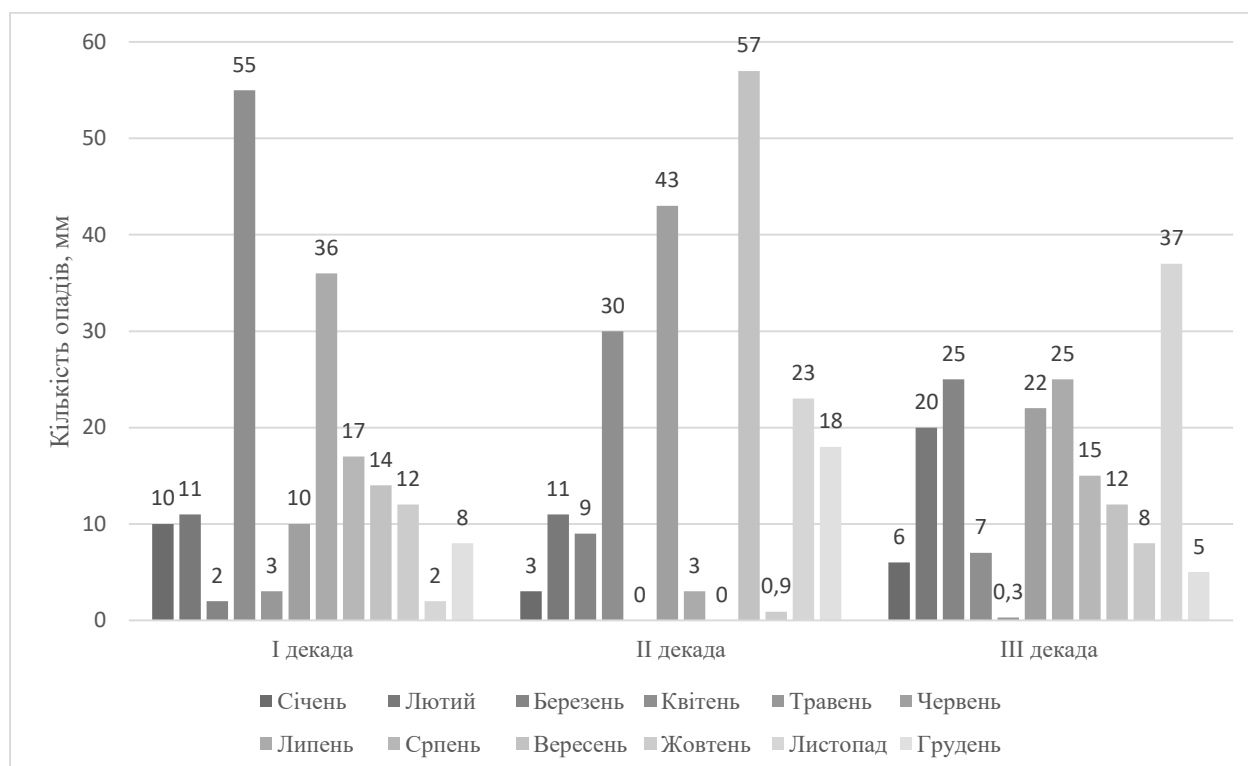


Рис. 2.8. – Кількість опадів протягом вегетаційного періоду (2023 р.), мм

Джерело: сформовано автором за даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

Отже, характеризуючи температурний режим вегетаційного періоду вирощування овочів необхідно відмітити, що для посіву насіння, найкращими характеризувався квітень місяць 2022 та 2023 років, середня місячна температура становила 8,2°C та 8,4°C відповідно, тоді як у 2021 році даний показник був на рівні 6,9°C (рис. 2.9) [15].

Щодо овочів осіннього періоду вирощування, то найсприятливішим був жовтень 2020 та 2023 років, середня місячна температура повітря становила

12,2°C та 10,2°C відповідно, тоді як у 2021 році даний показник був на рівні 7,2 °C

Аналізуючи статистичні дані середньомісячних температур вегетаційного періоду досліджуваних років, помічаємо систематичне зростання температур повітря, так як найнижчі показники середньомісячних температур вегетаційного періоду припали на 2021 рік, а найвищі показники середньомісячних температур спостерігалися 2023 року.

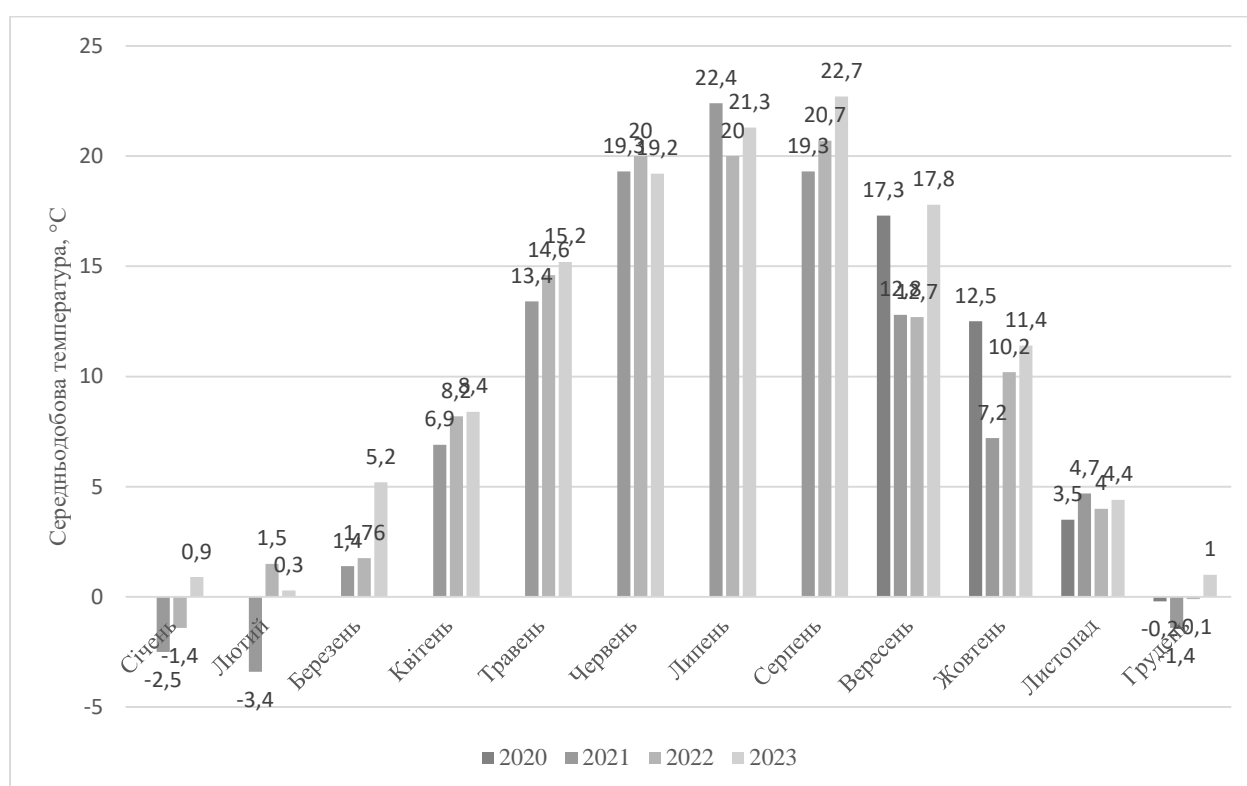


Рис. 2.9. – Температурний режим вегетаційного періоду овочів за роки досліджень (2020 – 2023 рр.)

Джерело: сформовано автором за даними даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

За гідротермічним режимом більш сприятливими за умовами вологозабезпечення виявилися 2021 рік та 2023 рік. Так, найбільша кількість опадів випала у 2021 році – 582,4 мм, що на 51,6 мм менше за

середньобагаторічні дані та на 103,4 мм та 40,1 мм більше кількості опадів, які випали у 2022 та 2023 рр.

Умови 2022 року виявилися менш сприятливими для вирощування овочів, так як і вологозабезпечення, так і температурний режим були набагато нижчі за середньобагаторічні дані (рис. 2.10) [15,32].

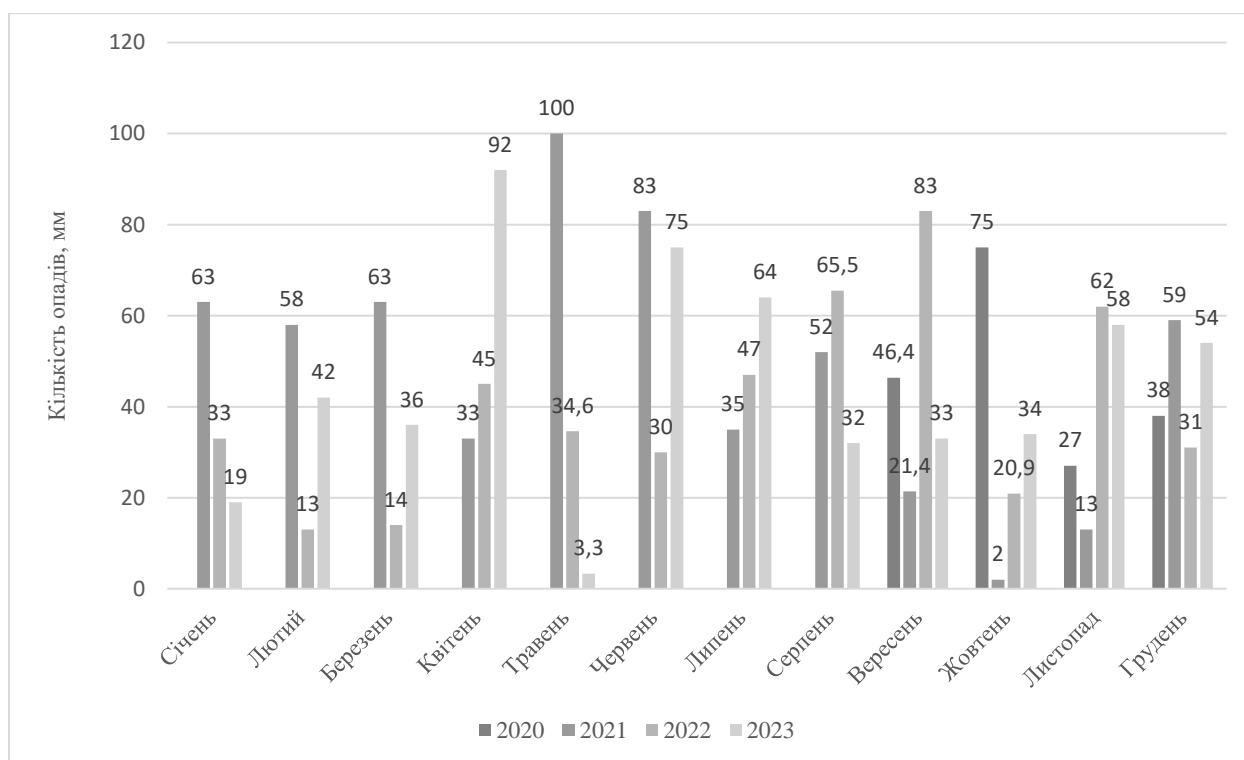


Рис. 2.10. – Сума опадів вегетаційного періоду овочів за роки досліджень (2020 – 2023 рр.)

Джерело: сформовано автором за даними даними Вінницького обласного центру з гідрометеорології [14].

2.2. Методика проведення досліджень

Для виконання визначених завдань щодо оцінки якості овочевої продукції за інтенсивного землеробства в умовах зміни клімату Лісостепу Правобережного було розроблено програму досліджень (рис. 2.11). Програмою досліджень було передбачено науково-господарські досліді.

Перший науково-господарський дослід був спрямований на вивчення накопичення важких металів овочами залежно від техногенного навантаження на ґрунти.

Другий науково-господарський дослід був направлений на вивчення впливу періоду вирощування овочевих культур на їх урожайність та інтенсивність накопичення важких металів у виробленій продукції.

Третій науково-господарський дослід охоплював вивчення впливу рівня зволоження ґрунтів на урожайність овочевих культур та інтенсивність накопичення у виробленій продукції важких металів [22-24].

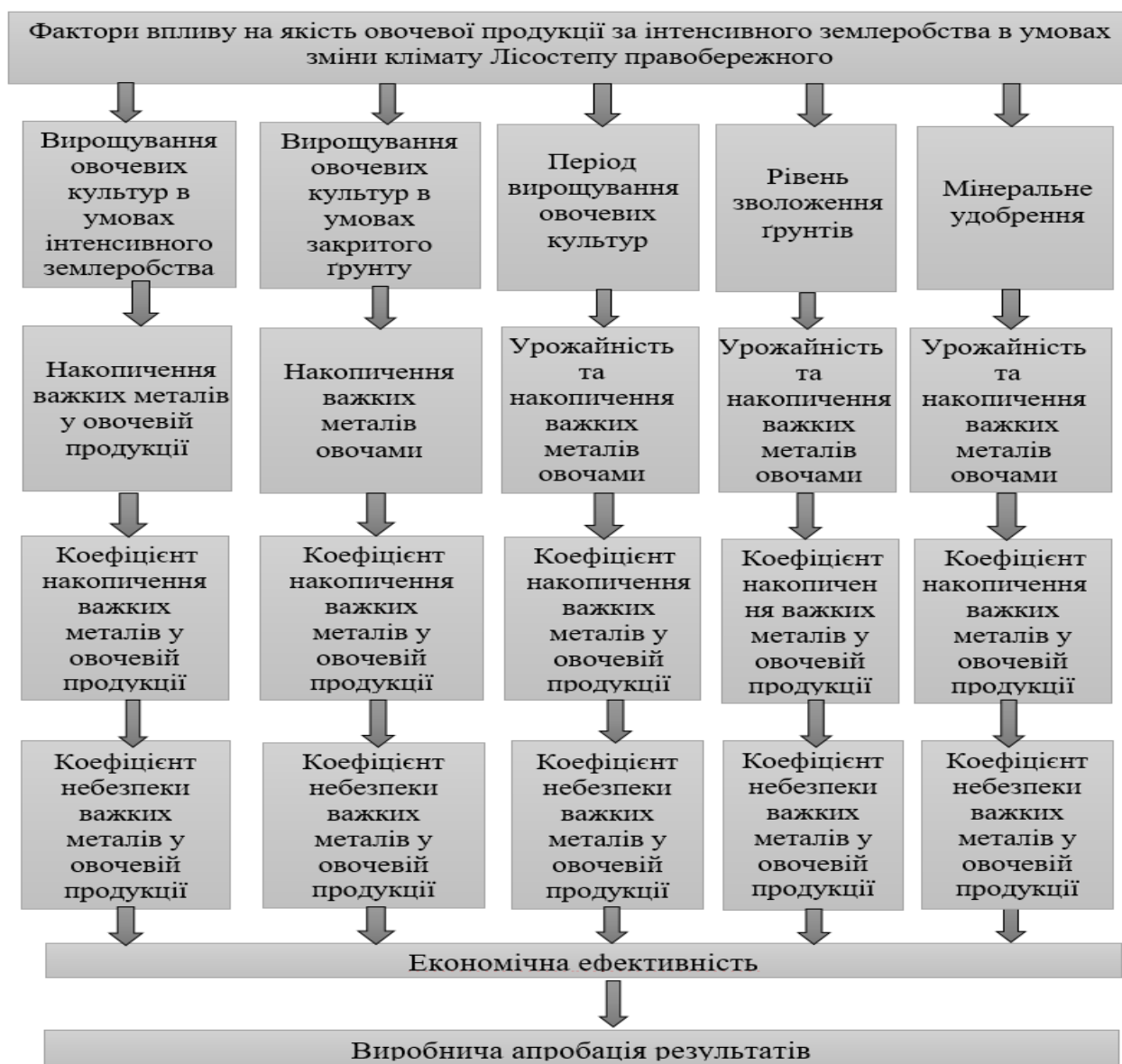


Рис. 2.11. – Програма досліджень

Кожен дослід включав контрольний варіант та дослідні варіанти. В кожному варіанті досліджень було включено чотири повторності. Умови вирощування овочевої продукції включали: обробіток ґрунтів, посів, догляд за посівами, збір урожаю [25, 31].

Перший науково-господарський дослід включав вивчення інтенсивності техногенного навантаження на накопичення свинцю, кадмію, цинку та міді овочами вирощеними в умовах Лісостепу Правобережного у господарствах різних форм власності фермерських в умовах польової сівозміни та індивідуальних в умовах агроселітебних зонах, в межах Жмеринського району, Вінницької області.

Досліджувалися овочі: горох харчовий сорту Женева, кабачки сорту Чаклун, огірки сорту Джерело в умовах сірих лісових ґрунтів ФГ «Зоря Василівки» з метою конкретизації накопичення важких металів за встановленого рівня забруднення цим елементом ґрунтів.

Другий науково-господарський дослід охоплював вивчення урожайності та впливу накопичення важких металів (свинцю, кадмію, цинку, міді) у таких овочах, як редиска сорту Саксонія та салат листовий сорту Рекорд, в умовах відкритого та закритого ґрунтів за зрошення овочевих культур, яке проводили шляхом дощування три рази на тиждень в вечірній час доби в період від посіву до збору урожаю згідно схеми досліджень (табл. 2.2). Норма поливу для салату листового становить 140 мм за період вирощування, для редису 80 мм [16].

Рівень зволоження ґрунтів визначали за допомогою дощоміру – метеорологічного приладу для вимірювання обсягу опадів, а для визначення температури повітря використовували термометр.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який характеризує умови атмосферного зволоження території, визначали за методикою Г.Т. Селянінова [21] – це відношення місячних опадів $\sum P$ до суми температур того ж місяця $\sum P$ зменшеної в 10 разів, формула 1:

$$\text{ГТК} = \sum P / 0,1 \sum T \quad (1),$$

де: $\sum P$ – місячна сума опадів мм;

$\sum T$ – сума температур за місяць, °С.

Схема досліджень включала два варіанти в чотирьох повторностях в кожному. Перший варіант (контрольний) він характеризував вирощування овочевих культур в умовах відкритого ґрунту зі штучним поливом. Другий варіант (дослід) включав вирощування овочевих культур в умовах закритого ґрунту (плівковий тунель) зі штучним поливом.

Умови вирощування овочевих культур у всіх варіантах були однакові (сорт, кратність зволоження, обробіток ґрунту, боротьба з бур'янами, строки посіву) різницею було лише те, що овочі дослідного варіанту вирощували у теплицях, тобто в умовах закритого ґрунту.

Таблиця 2.2.

Схема досліджень № 1

Культури	Особливості вирощування	Рівень зволоження ґрунтів/мм	ГТК	Токсиканти	Досліджувані показники		
					Інтенсивність накопичення	Коефіцієнт накопичення	Коефіцієнт безпеки
Салат посівний листовий Рекорд	Відкритий ґрунт	49,8	2,96	Pb, Cd, Zn, Cu	Інтенсивність накопичення	Коефіцієнт накопичення	Коефіцієнт безпеки
	Закритий ґрунт	47,4	0,72	Pb, Cd, Zn, Cu	Інтенсивність накопичення	Коефіцієнт накопичення	Коефіцієнт безпеки
Редька посівна Саксонія	Відкритий ґрунт	48,1	2,96	Pb, Cd, Zn, Cu	Інтенсивність накопичення	Коефіцієнт накопичення	Коефіцієнт безпеки
	Закритий ґрунт	45,4	0,72	Pb, Cd, Zn, Cu	Інтенсивність накопичення	Коефіцієнт накопичення	Коефіцієнт безпеки

Джерело: сформовано на основі власних досліджень [16]

Третій варіант досліджень був спрямований на вивчення урожайності та накопичення важких металів у овочах за різного періоду їх вирощування.

Кожний варіант досліджень включав чотири послідовності. Інтенсивність накопичення важких металів овочами оцінювали по вмісту, коефіцієнту накопичення та коефіцієнту небезпеки їх у овочах. Даний дослід був направлений на вивчення періоду вирощування часнику сорту Любаша, моркви сорту Грета та петрушки сорту Найда осіннього (30.10) та весняного посіву (22.04) на урожайність та накопичення в даних овочах свинцю, кадмію, цинку та міді [18].

Відбір овочів проводили методом точкових проб, відбір зразків ґрунту - методом конверта. Визначення вмісту важких металів в овочах проводили методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [30].

Четвертий науково-господарський дослід був спрямований на вплив різного рівня зволоження ґрунтів на урожайність та інтенсивність накопичення в овочах свинцю, кадмію, цинку та міді (табл. 2.3). Його проводили на листових овочах: петрушки сорту Найда, кропу сорту Атлант, та шпинату сорту Переможець. Рівень зволоження ґрунтів в період вегетації в 2021 році складав від 108-134 мм в досліді та 30-37 мм у контролі, 2022 році 98-118 мм у досліді та 30-37 мм в контролі [19].

Кожну культуру висівали у чотирьох повторностях як у дослідному, так і контрольному варіанті протягом двох років. Для зволоження ґрунтів використовували штучне зрошування (дощування) у період формування листової маси овочів [26].

Кількість води, яка потрапляла в ґрунт під час штучного зволоження (дощування) контролювали за допомогою опадоміра.

Попередником для овочевих культур була озима пшениця. Основний обробіток ґрунту включав дискування і весняну оранку на глибину 20-22 см. Ранньовесняний обробіток ґрунту проводили боронування та передпосівну

культивувацію, а також післяпосівне коткування для покращення контакту насіння з ґрунтом, підтягування вологи з нижніх шарів у верхні до нього.

Таблиця 2.3

Схема досліджень № 2

Продукція	Зволоження	Рівень зволоження ґрунтів, мм	Показники досліджень
Листова маса петрушки	2021 р. (штучне)	134	Вміст, коєфіцієнт накопичення, коєфіцієнт небезпеки свинцю та кадмію у листовій масі
	2021 р. (природне)	37	
	2022 р. (штучне)	112	
	2022 р. (природне)	31	
Листова маса кропу	2021 р. (штучне)	108	
	2021 р. (природне)	30	
	2022 р. (штучне)	118	
	2022 р. (природне)	34	
Листова маса шпинату	2021 р. (штучне)	122	
	2021 р. (природне)	37	
	2022 р. (штучне)	98	
	2022 р. (природне)	30	

Джерело: сформовано на основі власних досліджень [19]

Догляд за посівами був загальноприйнятий для умов Лісостепу Правобережного та включав ручне прополювання бур'янів. Збір урожаю овочевої продукції проводили вручну.

П'ятий науково-господарський дослід передбачав вивчення впливу удобрення ґрунтів за вирощування озимих овочів: цибуля сорту Радар та часник сорту Любаша. Вивчення проводили згідно схеми досліджень (табл. 2.4 та табл. 2.5).

Схема досліджень для часнику № 3

Мінеральні добрива	Культура	
	Часник	
Без удобрення	Урожайність	Вміст, коефіцієнт накопичення та коефіцієнт небезпеки важких металів
Аміачна селітра, 60 кг/га	Урожайність	
Суперфосфат простий, 60 кг/га	Урожайність	
Калій хлористий, 60 кг/га	Урожайність	
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Урожайність	

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Вирощування часнику для дослідів розпочали восени. Під оранку внесли фосфорно-калійні добрива (калій хлористий 60 кг/га, суперфосфат простий 60 кг/га). Рівномірно розкидавши добрива заорюючи їх на глибину 27 – 30 см. Відразу після оранки ґрунт обробили важкою дисковою бороною та культиваторами.

Підживлення виконали в першій декаді березня по мерзло-талому ґрунту аміачною селітрою в кількості 60 кг/га азоту.

Досліджування проводили на сірих лісових ґрунтах. Суперфосфат простий 60 кг/га фосфору та калій хлористий 90 кг/га калію вносили восени під глибоку оранку вручну розкидним способом, 90 кг/га азоту (у вигляді аміачної селітри) вносили в трьох разовому повторі: перше перед посівом, друге у фазі 4 - го листка рослин, третя через 3 тижні.

Схема досліджень для цибулі №4

Мінеральні добрива	Культура	
	Цибуля	
Без удобрення	Урожайність	Вміст, коефіцієнт накопичення та коефіцієнт небезпеки важких металів
Аміачна селітра, 90 кг/га	Урожайність	
Суперфосфат простий, 60 кг/га	Урожайність	
Калій хлористий, 90 кг/га	Урожайність	
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	Урожайність	

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За проведення досліджень з обраної теми були задіяні наступні сорти овочів: цибуля Радар, часник Любаша, кабачок Чаклун, горох харчовий Женева, салат листовий Рекорд, редиска Саксонія, огірок Джерело, морква Грета, петрушка Найда, шпинат Переможець, кріп Атлант.

Для посадки цибулі використовували сорт Радар (Рейдер) – високоврожайний озимий сорт помірно гострої ріпчастої цибулі для тривалого зберігання [27]. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2009 році. Від появи сходів до збору врожаю проходить близько 250 – 260 днів. Рослина продуктивна, холодостійка, хворобостійка. Витримує морози навіть без снігового покриву. Формує одну велику цибулину за сезон і дозволяє отримати ранню товарну продукцію

високої якості. Потенціал врожайності сорту навіть при несприятливих умовах становить 30 – 35 т/га.

Любаша – сорт часнику ранньостиглого, внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2008 році. Вегетаційний період 95 – 100 днів. Висота рослин становить 120 – 150 см. Середня маса цибулини 60 – 130 г. Кількість зубків в цибулині 5 – 10 шт. Колір зовнішніх сухих лусок білий, а зубків світло-фіолетовий. Врожайність з гектара 15 – 20 т [27].

Чаклун – сорт кабачка, ранньостиглого терміну дозрівання з тривалим періодом плодоношення. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2002 році. Період дозрівання становить приблизно 42 – 45 днів, плодоношення – 63 дні. Підходить як для вирощування в відкритому ґрунті, так і під плівковим укриттям. Рослина кущового типу. Плоди циліндричної форми, в біологічній стиглості світло-зеленого кольору, досягають 15 – 20 см в довжину і 5 – 7 см в діаметрі, при цьому важать близько 350 грамів. М'якоть дуже ніжна і соковита, світло-кремового кольору. За перший період плодоношення віддача врожаю становить 15 – 20 т з гектара. Кабачок Чаклун добре транспортується і переробляється. Відносно стійкий до хвороб. Після зберігання протягом 10-ти днів, лежкість становить 90% [27].

Женева – сорт гороху середньораннього дозрівання. Рослина виростає висотою 70 – 100 см, має синьо-зелене листя. Вегетаційний період 68 – 70 днів, довжина стручків близько 10 см, в стручку до 8 – 10 горошин, смакові властивості високі, придатний для вживання в свіжому вигляді. Сорт має високу морозостійкість, легко переносить заморозки до -6 °С. Відзначається високою стійкістю до захворювань і вилягання. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2008 році [27].

Рекорд – середньопізній сорт листового салату. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2014 році. Вегетаційний період від сходів до технічної стиглості 60 – 70 днів. Збір

зелені проводять поступово, рослина утворює рихлу кулеподібну розетку. Листки жовто-зеленого кольору, дуже хвилясті, м'ясисті і ніжні на смак. Сорт стійкий до стрілкування [27].

Саксонія – сорт редису ранньостиглий, з вегетаційним періодом, від висіву насіння до технічної стиглості 22 – 24 дні. Придатний для вирощування під плівкою і для весняного та осіннього висіву у відкритий ґрунт. Витривалий до зниження температури. Добре підходить до тривалого зберігання та транспортування. Рослина з великим хрумким коренеплодом округлої форми, яскраво-червоного забарвлення з білим, ніжним м'якушем та з ніжно-зеленим листям висотою до 10 см. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2006 році [27].

Джерело – урожайний середньоранній сорт огірка бджолозапильного типу для вирощування у відкритому ґрунті, плодоношення настає на 45 день після появи сходів [27].

Плоди однорідні за розміром, довжиною 11 – 12 см, вагою 70 – 80 г, мають відмінні смакові якості. Ціниться за урожайність, стійкість до хвороб огірків та відмінний смак. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 1999 році.

Грета – середньостиглий гібрид моркви нантського типу. Період вегетації 110 днів. Коренеплоди циліндричні з гладкою поверхнею, ароматні, з чудовими смаковими якостями, соковиті та хрусткі, стійкі до розламування. Середня маса - 200 – 220 г. Сорт стійкий до стрілкування. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2015 році [27].

Найда – сорт петрушки городньої. Висота рослини в період повного розвитку середня – 35 – 40 см, ширина 45 – 50 см. Щільність розташування листків – помірно. Кількість листків у розетці 18 – 22 шт. Тривалість періоду до збирання врожаю – 110 діб. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2017 році [28].

Кріп пахучий сорту Атлант – середньопізній, високоврожайний. Вегетаційний період – 30 – 45 днів. Рослина утворює велику кількість зеленої маси. Листя великі, дрібно - нарізані, темно-зелені, ароматні. Сорт стійкий до ураження поширеними хворобами. Внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2004 році [27].

Шпинат городній сорту Переможець – має ранні терміни дозрівання (21-22 дня від сходів до досягнення товарної стиглості). Рослина з високою врожайністю. Насіння проростає при +4 °С, стійкий до стрілкування. Сорт внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2010 році [27].

Облікова площа ділянки – 20 м². Посівна площа кожного дослідів становила 0,02 га. Повторність дослідів чотириразова.

Визначення вмісту важких металів в овочевій продукції та ґрунті проводили у сертифікованих та акредитованих лабораторіях: Житомирська філія ДУ «Держґрунтохорона», та Вінницька філія ДУ «Держґрунтохорона» методом атомної абсорбційної-спектрометрії [29, 30].

Відбір ґрунтів для агрохімічного аналізу проводили методом конверту на глибині переорювання ґрунтів (0-24 см) відповідно до ДСТУ ISO 10381-1:2004.

Відбір овочів для лабораторних досліджень проводили методом точкових проб.

Концентрацію важких металів у овочах проводили методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії, відповідно до ДСТУ 4362:2004, ДСТУ 4770:2007 [33].

Коефіцієнт накопичення (К_{нак.}) у овочах розраховували за формулою 2:

$$K_{\text{нак.}} = C_p / C_n \quad (2);$$

Де C_p – концентрація забруднення речовин у овочах, мг/кг; C_n – концентрація забруднюючих речовин у ґрунті, мг/кг.

Коефіцієнт небезпеки (Кнеб.) важких металів у овочах розраховували за формулою 3:

$$K(\text{неб.}) = C_p / \text{ГДК} \quad (3);$$

Де C_p – концентрація забруднення речовин у овочах, мг/кг; ГДК – гранично допустимий коефіцієнт у овочах згідно ДСТУ.

Дисперсійний та кореляційно-регресійний аналіз виконували на основі математичної обробки одержаних результатів на комп'ютері з використанням сучасних пакетів програм Excel, Sigma, Statistika.

Висновки до розділу 2:

На основі матеріалу, описаного в цьому розділі, зроблено такі висновки:

1. Лісостепова зона – це велика територія з придатними для вирощування ґрунтами, тепловими, світловими і водними ресурсами, що забезпечує повноцінну тривалість вегетаційного періоду рослин. Лісостеп Правобережний займає центральну частину Лісостепу і включає всю Вінницьку область.

2. Експериментальну частину дослідження було виконано на дослідному полі ФГ «Зоря Василівка» с. Василівка Вінницького району Вінницької області продовж 2021 – 2023 років.

3. Температурний режим вегетаційного періоду впродовж досліджуваних років характеризувався задовільними показниками для росту і розвитку овочевої продукції. Найкращим періодом для висівання насіння у ґрунт був квітень місяць 2022 та 2023 років, температура повітря становила 8,2°C та 8,4°C відповідно, тоді як у 2021 році даний показник був на рівні 6,9°C.

4. За гідротермічним режимом більш сприятливими за умовами вологозабезпечення виявилися 2021 рік та 2023 рік. Найбільша кількість опадів за вегетаційний період випала у 2021 році, а умови 2022 року виявилися менш сприятливими для вирощування овочів, так як і вологозабезпечення, так і температурний режим були набагато нижчі за середньобагаторічні дані.

5. Експериментальні дослідження щодо вмісту важких металів в овочевій продукції проводили за загально прийнятими в екології та агрономії методами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Барвінченко В.І., Заболотний Г.М. Ґрунти Вінницької області. Вінниця: ВДАУ, 2004. 45 с.
2. Польовий А.М., Гуцал А.І., Дронова О.О. Ґрунтознавство: підручник. Одеса: Екологія, 2013. 668 с.
3. Аріон О.В., Купач Т.Г., Дем'яненко С.О. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства: Навчально-методичний посібник. К., 2017. 226 с.
4. Карти України: веб-сайт. URL: <http://geomap.land.kiev.ua>. (дата звернення: 14.11.2023).
5. ЗОРЯ ВАСИЛІВКИ, ФГ : веб-сайт. URL: <https://www.ua-region.com.ua/38240698> (дата звернення: 10.05.2022).
6. Дєдов О.В. Збереження родючості ґрунтів Поділля при зміні клімату // *Наукові записки ВДПУ ім. Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*. 2015. Вип. 28. № 1-2. С. 140-145.
7. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А. Л. Прокопенка. Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза, 2011. 108 с.
8. Бірюкова Н.В., Лисак А.Р. Суспільна географія Вінницької області: навчальний посібник. Частина I / Н. В. Бірюкова, А Р. Лисак. Заг. ред. Г. І. Денисика. Вінниця. 2015. 205 с
9. Ганчук М.М. Екологічне районування агроландшафтів Вінниччини // *Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск*. 2012. С. 57-59.
10. Іванюк Г. Сірі лісові ґрунти у різних класифікаційних системах. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2017. Вип. 51. С. 120-134. URL:https://geography.lnu.edu.ua/wpcontent/uploads/2018/07/013_Ivanyuk.pdf. (дата звернення: 24.05.2021).
11. Панас Р. М. Ґрунтознавство: навч. посіб. Львів: Новий Світ, 2014. С. 372.

12. Півошенко І.М. Клімат Вінницької області. Вінниця: Віноблдрукарня, 1997. 240 с
13. Статистика погоди. Кліматичні дані за роками та місяцями. Метеопост: веб-сайт. URL: <https://meteorpost.com/weather/climate/> (дата звернення: 10.01.2023).
14. Декадні агрометеорологічні бюлетені по Вінницькій області. Вінницький обласний центр з гідрометеорології. 2021. 2022. 2023. . URL: <https://meteo.vn.ua>
15. Метео Фарм. Агропрогноз: активні та ефективні температури для сільгоспкультур : веб-сайт. URL: <https://kurkul.com/blog/690-agropogoda-rozrahovuyemo-aktivni-ta-efektivni-temperaturi-dlya-silgospkultur> (дата звернення: 16.10.2023).
16. Піддубна А.М. Інтенсивність накопичення важких металів редискою та салатом вирощених на закритих ґрунтах в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. №6 (29). С.192-202. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-17
17. Razanov S., Piddubna A., Gucol G., Symochko L., Kovalova S., Bakhmat M., Bakhmat O. Estimation of heavy metals accumulation by vegetables in agroecosystems as one of the main aspects in food security. *International journal of ecosystems and ecology science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (3). P. 159-164. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.320>.
18. Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування. *Агробіологія*. 2022. № 1 (171). С. 108–114.
19. Dydiv A., Piddubna A., Gucol G., Vradii O., Zhylishchych Y., Titarenko O., Kerek S. Accumulation of Lead and Cadmium by Vegetables at Different Levels of Gray Forest Soil Moistening in the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24. № 10. P. 198-204. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/170291>.

20. Клімат України – Український Гідрометцентр. URL: <https://meteo.gov.ua/ua/33562/climate/climate/>
21. Примак І. Д., Польовий А. М., Гамалій І. П. Сільськогосподарська метеорологія та кліматологія. Біла Церква, 2008. 488 с.
22. ДСТУ ISO 10381-1:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 36 с.
23. ДСТУ 4287:2004. Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005.07.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.
24. ДСТУ ISO 10381-2:2004. Якість ґрунту. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб. [Чинний від 2006.04.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 29 с.
25. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 369 с.
26. Ушкаренко В.О. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): [навчальний посібник] / В.О. Ушкаренко, С.В. Коковіхін, Р.А. Вожегова, С.П. Голобородько. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
27. Каталог сортів рослин придатних для поширення в Україні. Київ: Алефа, 2010. 230 с.
28. Позняк О.В. Інноваційні селекційні розробки в овочівництві: пастернак посівний і петрушка городня. *Овочівництво і баштанництво*. 2015. Вип. 61 УДК: 635.142.144:631.527.145.
29. Відбір проб ґрунту для визначення забруднення промисловими токсикантами (важкими металами). Програма державної гідрометереологічної служби Мінекоресурсів України, 2004р.
30. ДСТУ 7670:2014. Сировина і продукти харчові. Готування проб. Мінералізація для визначання вмісту токсичних елементів. [Чинний від 2015-07-01]. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014.

31. Бондарева О.Б., Коноваленко Л.І., Мілігула О.М. Міграція та накопичення свинцю і кадмію у ґрунті і рослинах під впливом добрив. *Агроекологічний журнал*. 2012. № 3. С. 20-23.
32. Божко Л. Ю. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні: монографія / Л.Ю. Божко. Одеса: Екологія, 2010. 368 с.
33. ДСТУ 4770.1:2007 – ДСТУ 4770.9:2007. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. [Чинний від 2009.01.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 117 с.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ, ПЕРІОДУ ВИРОЩУВАННЯ, РІВНЯ ЗВОЛОЖЕННЯ ТА УДОБРЕННЯ СІРИХ ЛІСОВИХ ГРУНТІВ НА НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ ОВОЧАМИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

3.1. Оцінка інтенсивності накопичення важких металів та мікроелементів овочами за сучасного техногенного навантаження в умовах інтенсивного землеробства

Овочівництво є важливою галуззю сільськогосподарського виробництва, яке забезпечує населення високопоживними продуктами харчування – овочами [1].

Овочі характеризуються високим вмістом вітамінів, вуглеводів, мінеральних речовин та інших біологічно активними речовинами в зв'язку з чим користуються високим попитом на ринку харчової сировини.

Поряд з цим підвищується потреба у виробництві цієї продукції. Одночасно, зростають і вимоги до якості та безпеки продукції овочівництва. Відомо, що якість продукції рослинництва залежить від екологічного стану навколишнього середовища, природньо-кліматичних факторів, технологій вирощування та інших факторів.

Сучасний стан навколишнього середовища характеризується зростаючим антропогенним навантаженням внаслідок техногенної діяльності населення та зміною кліматичних факторів, які супроводжуються підвищенням температури навколишнього середовища, зниженням кількості опадів та нерівномірності їх випадання [2].

За таких умов можна очікувати певний вплив даних факторів на транслокацію хімічних речовин в тім числі і важких металів в системі ґрунт – рослина – продукція.

Надходження важких металів у атмосферне повітря з викидами промисловості з часом призводить до осідання їх на поверхню літосфери забруднюючи ґрунти, тим самим створюючи певні проблеми виробництва продукції рослинництва в тім числі і овочівництва. Водночас, необхідно відмітити і надходження важких металів у ґрунти внаслідок їх використання в сільськогосподарському виробництві, особливо у рослинництві. На сьогоднішній час в умовах Лісостепу Правобережного виробником овочів, є як індивідуальні власники, так і фермерські господарства в яких технології вирощування можуть в певній мірі відрізнитись. За даного виробництва не завжди можливо спрогнозувати інтенсивність надходження важких металів у овочі. Тому вирощування овочів за таких умов має бути під постійним контролем за їх якість та безпекою.

Аналіз моніторингу вмісту важких металів у овочах відібраних за різних умов вирощування (табл.3.1.) показав, що даний показник залежав від виду овочів. Найвищий вміст свинцю та кадмію виявлено у овочевому гороху вирощеному як в умовах агроселітебних зон, так і в умовах польової сівозміни.

Таблиця 3.1

Вміст свинцю в овочевій продукції, мг/кг ($M \pm m$, $n=4$),
(2020-2021 рр.)

Овочі	Овочі вирощенні в умовах агроселітебних зон			Овочі вирощенні в умовах польової сівозміни		
	Факт. концентрація	ГДК	Частка ГДК	Факт. концентрація	ГДК	Частка ГДК
Горох овочевий	$0,31 \pm 0,06$	0,5	0,62	$0,22 \pm 0,03$	0,5	0,44
Кабачок	$0,1 \pm 0,05$	0,5	0,2	$0,08 \pm 0,004$	0,5	0,16
Огірок	$0,12 \pm 0,03$	0,5	0,24	$0,10 \pm 0,02$	0,5	0,2
Морква	$0,06 \pm 0,008$	0,5	0,12	$0,05 \pm 0,003$	0,5	0,1
Цибуля	$0,09 \pm 0,003$	0,5	0,18	$0,07 \pm 0,003$	0,5	0,14

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Зокрема вміст свинцю і кадмію був нижчим у кабачках у 3,1 раза і 1,5 раза та огірках у 2,6 раза та 2,0 раза відповідно, у моркві у 5,1 раза і 10 разів та цибулі у 3,4 раза і 2,0 раза порівняно з горохом овочевим вирощеним в умовах агроселітебних зон.

В умовах польової сівозміни вміст свинцю і кадмію був нижчим відповідно у кабачках у 2,75 раза і 2,8 раза, огірках у 2,2 раза і 2,0 раза, моркві 4,4 раза і 8,3 раза та цибулі у 3,1 раза і 2,0 раза порівняно з горохом овочевим.

Результати досліджень (табл. 3.2.) показали, що у гороху овочевому, кабачках, огірках, моркві та цибулі вирощеним в умовах агроселітебних зон. Вміст свинцю був нижчим порівняно з ГДК у 1,6 раза, 5,0, 4,1, 8,3 та 5,5 раза відповідно.

Таблиця 3.2

Вміст кадмію в овочевій продукції, мг/кг ($M \pm m$, $n=4$),
(2020-2021 рр.)

Овочі	Овочі вирощенні в умовах агроселітебних зон			Овочі вирощенні в умовах польової сівозміни		
	Кадмій	ГДК	Частка ГДК	Кадмій	ГДК	Частка ГДК
Горох овочевий	$0,05 \pm 0,006$	0,03	1,6	$0,04 \pm 0,007$	0,03	1,33
Кабачок	$0,02 \pm 0,004$	0,03	0,6	$0,014 \pm 0,006$	0,03	0,46
Огірок	$0,024 \pm 0,002$	0,03	0,8	$0,020 \pm 0,006$	0,03	0,66
Морква	$0,0050 \pm 0,0006$	0,03	0,16	$0,0043 \pm 0,0004$	0,03	0,14
Цибуля	$0,025 \pm 0,002$	0,03	0,83	$0,020 \pm 0,005$	0,03	0,66

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Вміст кадмію у горосі харчовому був вищим у 1,66 раза, тоді як у кабачках, огірках, моркві та цибулі навпаки нижчим у 1,5 раза, 1,25, 6,0 та 1,2 раза відповідно. Тобто перевищення ГДК виявлено лише по кадмію у овочевому горосі.

У вирощеному горосі овочевому, кабачках, огірках, моркві та цибулі в умовах польової сівозміни вміст свинцю був нижчий за ГДК у 2,2 раза, 6,2, 3,0, 10 та 7,1 раза відповідно. Вміст кадмію у горосі овочевому вирощеному в умовах польової сівозміни був нижчим за ГДК у 1,3 раза тоді як у кабачках, огірках, моркві та цибулі навпаки нижчий у 2,1 раза, 1,5, 6,4 та 1,5 раза відповідно.

Виявлено також, що в умовах агроселітебних зон вміст свинцю та кадмію був вищим у горосі овочевому у 1,4 та 1,25 раза, кабачках 1,25 раза та 1,4 раза, огірках 1,2 раза та 1,2 раза, моркві 1,2 раза і 1,04 раза та цибулі 1,3 раза і 1,25 раза відповідно порівняно з аналогічними овочами вирощеними в умовах польової сівозміни.

Характеризуючи коефіцієнт небезпеки важких металів у овочах (табл. 3.3) необхідно відмітити, що найвищий показник спостерігався у гороху овочевому вирощеному як в умовах агроселіптебних зон так і в умовах польової сівозміни.

Таблиця 3.3

Коефіцієнт небезпеки важких металів у різних видах овочів, (2020-2021 р.)

Овочі	Овочі вирощені в умовах агроселітебних зон		Овочі вирощенні в умовах польової сівозміни	
	Свинець	Кадмій	Свинець	Кадмій
Горох овочевий	0,62	1,6	0,44	1,33
Кабачок	0,2	0,66	0,16	0,46
Огірок	0,24	0,8	0,2	0,56
Морква	0,12	0,16	0,10	0,14
Цибуля	0,18	0,83	0,14	0,56

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Так, коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію у гороху овочевому був вищим порівняно з кабачками у 3,5 раза і 2,4 раза, з огірками у 2,5 раза і 2,0 раза, морквою у 5,1 раза і 10 разів та цибулею 3,4 раза і 1,9 раза відповідно.

В умовах польової сівозміни коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію у гороху овочевому був вищим порівняно з кабачками у 2,7 раза і 2,9 раза, огірками у 2,2 раза і 2,0 раза, морквою у 3,1 раза та 2,0 раза відповідно.

Виявлено також, що у гороху овочевому, кабачках, огірках, моркві та цибулі вирощених в умовах агроселіптебних зон коефіцієнт небезпеки свинцю та кадмію був вищим у гороху овочевому 1,4 раза і 1,2 раза, кабачках 1,25 раза і 3,1, огірків у 2 раза і 1,2 раза, моркві 1,2 раза і 1,14 раза та цибулі 1,3 раза і 1,25 раза відповідно порівняно з аналогічними овочами вирощеними в умовах польової сівозміни.

Встановлено (рис. 3.1), певну відмінність по вмісту свинцю і кадмію у різних видах овочів. Зокрема вміст кадмію був нижчим порівняно зі свинцем в умовах агроселіптебних зон у горосі овочевому у 6,2 раза, кабачках і огірках у 5 разів, моркві у 12 разів та цибулі у 3,6 раза.

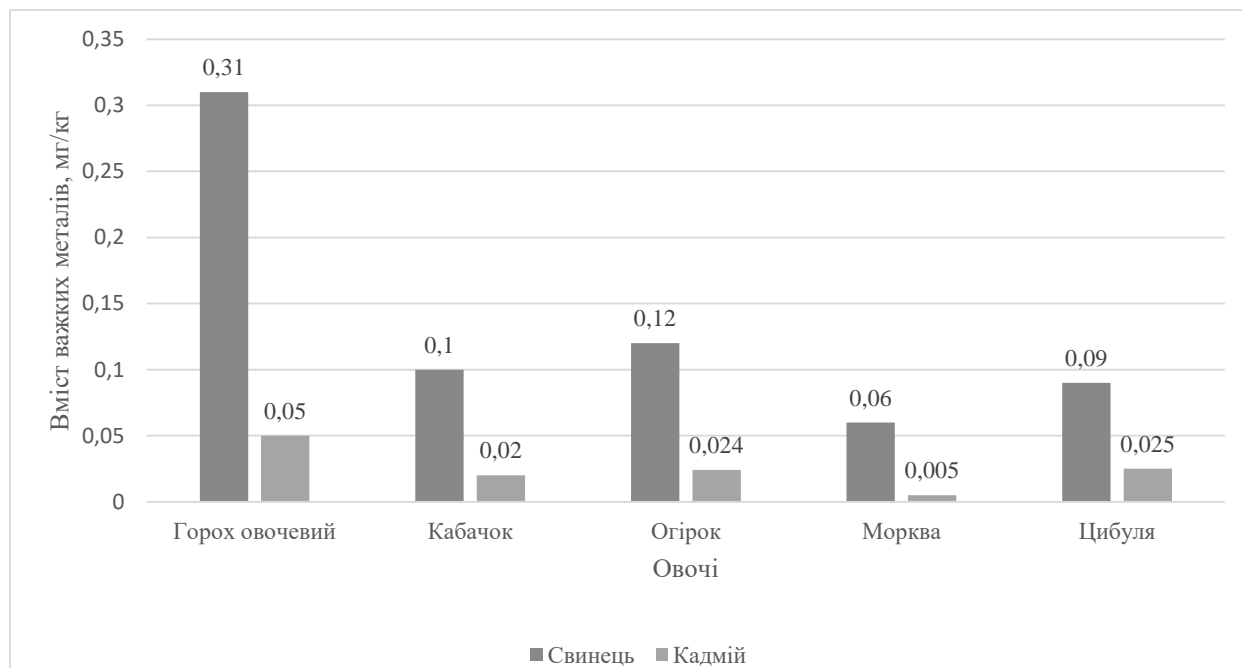


Рис. 3.1. – Порівняльна оцінка накопичення важких металів у овочах вирощених в умовах агроселіптебних зон.

В умовах польової сівозміни (рис. 3.2) вміст кадмію був нижчим порівняно зі свинцем у горосі овочевому у 5,5 раза, кабачках у 5,7 раза, огірках у 5,0 раза, моркві 11,6 раза та цибулі у 3,6 раза.

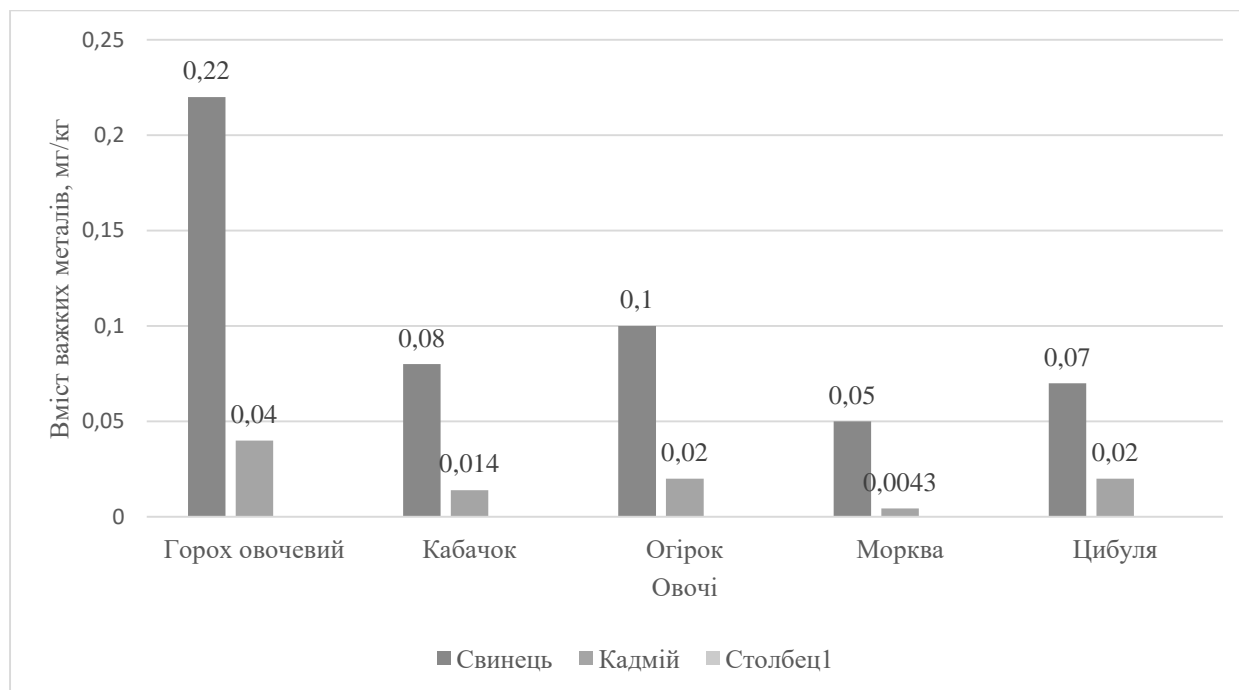


Рис. 3.2. – Порівняльна оцінка накопичення важких металів у овочах вирощених в умовах польової сівозміни.

Результати досліджень по вмісту мікроелементів у овочах (табл. 3.4) показали, що даний показник залежав як від виду овочів, так і за умов їх вирощування. Також необхідно відмітити, що найвищий вміст цинку і міді виявлено у плодах овочевого гороху.

Так, вміст цинку і міді у плодах гороху овочевого вирощеного в агроселітебних зон був вищим порівняно з кабачками у 3,1 раза і 3,7 раза, огірками у 3,4 раза і 5,0 раза, морквою у 3,6 раза і 4,5 раза та цибулею у 6,8 раза і 5,4 раза відповідно.

Водночас, необхідно відмітити, що вміст у горосі овочевому, кабачках, огірках, моркві та цибулі цинку і міді був нижчий за ГДК відповідно у 1,6 раза і 2,5 раза, 5,0 раза і 9,2 раза, 3,8 раза і 1,25 раза, 5,8 раза і 11,3 раза та 6,8 раза і

13,5 раза. У горосі овочевому вирощеному в умовах польових сівозмін вміст цинку і міді був вищим порівняно з кабачками у 3,0 раза і 3,4 раза, огірками у 2,5 раза і 4,7 раза, морквою у 3,2 раза і 6,8 раза та цибулею у 5,6 раза і 9,3 раза відповідно.

Таблиця 3.4

Вміст мікроелементів у різних видах овочів, мг/кг ($M \pm m$, $n=4$),
(2020-2021 рр.)

Овочі	Овочі вирощені в умовах агроселітебних зон		Овочі вирощенні в умовах польової сівозміни	
	Цинк	ГДК	Цинк	ГДК
Горох овочевий	$6,2 \pm 0,8$	10	$5,1 \pm 0,06$	10
Кабачок	$2,0 \pm 0,2$	10	$1,7 \pm 0,04$	10
Огірок	$2,6 \pm 0,09$	10	$2,0 \pm 0,2$	10
Морква	$1,7 \pm 0,003$	10	$1,6 \pm 0,03$	10
Цибуля	$0,9 \pm 0,02$	10	$0,9 \pm 0,002$	10

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Вміст цинку і міді (таб. 3.5) виявився нижчим за ГДК у овочевому гороху у 1,9 рази і 3,3 раза, кабачках у 5,8 раза і 11,6 раза, огірках у 5,0 раза і 15,6 раза, моркві 3,2 раза і 22,7 раза та цибулі у 11,1 раза і 31,2 раза відповідно.

Таблиця 3.5

Вміст мікроелементів у різних видах овочів, мг/кг ($M \pm m$, $n=4$), (2020-2021 рр.)

Овочі	Овочі вирощені в умовах агроселітебних зон		Овочі вирощенні в умовах польової сівозміни	
	Мідь	ГДК	Мідь	ГДК
Горох овочевий	$2,0 \pm 0,07$	5,0	$1,5 \pm 0,03$	5,0
Кабачок	$0,54 \pm 0,04$	5,0	$0,43 \pm 0,02$	5,0
Огірок	$0,40 \pm 0,02$	5,0	$0,32 \pm 0,04$	5,0
Морква	$0,44 \pm 0,0004$	5,0	$0,22 \pm 0,07$	5,0
Цибуля	$0,37 \pm 0,04$	5,0	$0,16 \pm 0,04$	5,0

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Виявлено також і великий вміст мікроелементів у овочах вирощених в умовах агроселіптебних зон порівняно з польовою сівозміною. Зокрема, у гороху овочевому, кабачках, огірках та моркві вміст цинку та міді був вищим відповідно у 1,3 раза і 1,3 раза, 1,1 раза і 1,2 раза, 1,3 раза і 1,2 раза, 1,06 раза і 2,0 раза.

Вміст цинку у цибулі вирощеній в умовах агроселіптебних зон був на одному рівні з аналогічною продукцією вирощеною в умовах польової сівозміни.

Аналіз коефіцієнту небезпеки мікроелементів (табл. 3.6) показав, що в умовах агроселіптебних зон даний показник по цинку і міді був у горосі овочевому був вищим порівняно з кабачками у 3,1 раза і 4,0 раза, огірком у 2,3 раза і 5,0 раза, морквою 3,6 раза і 4,5 раза та цибулі у 6,8 раза і 5,4 раза відповідно.

Таблиця 3.6

Коефіцієнт небезпеки мікроелементів у різних видах овочів

Овочі	Овочі вирощені в умовах агроселіптебних зон		Овочі вирощенні в умовах польової сівозміни	
	Цинк	Мідь	Цинк	Мідь
Горох овочевий	0,62	0,4	0,51	0,3
Кабачок	0,2	0,1	0,17	0,08
Огірок	0,26	0,08	0,2	0,06
Морква	1,7	0,088	1,6	0,044
Цибуля	0,09	0,074	0,09	0,032

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

В умовах польової сівозміни коефіцієнт небезпеки цинку і міді у горосі овочевому був вищим порівняно з кабачками у 3,0 раза і 3,75 раза, огірками у

2,5 раза і 5,0 раза, морквою у 3,2 раза і 6,8 раза та цибулі у 5,6 раза та 9,3 раза відповідно. Перевищень граничної межі коефіцієнту небезпеки (1,0) у овочах вирощених як в умовах агроселітебних зон так і в умовах польової сівозміни не спостерігалось.

Виявлено також вищий вміст мікроелементів в овочах вирощених в умовах агроселітебних зон. Зокрема вміст цинку і міді у горосі овочевому, кабачках, огірках та моркві вирощених в умовах агроселітебних зон був вищим у 1,2 раза і 1,3 раза, 1, 17 раза і 1,25 раза, 1,3 раза і 1,3 раза та 1,06 раза і 2,0 раза відповідно.

За оцінкою накопичення мікроелементів у овочах вирощених в умовах агроселітебних зон встановлено (рис. 3.3), що вміст міді порівняно з цинком був нижчий в овочевому горосі в 3,1 раза, кабачках у 3,7 раза, огірках у 6,5 раза, моркві у 3,8 раза та цибулі у 2,4 раза.

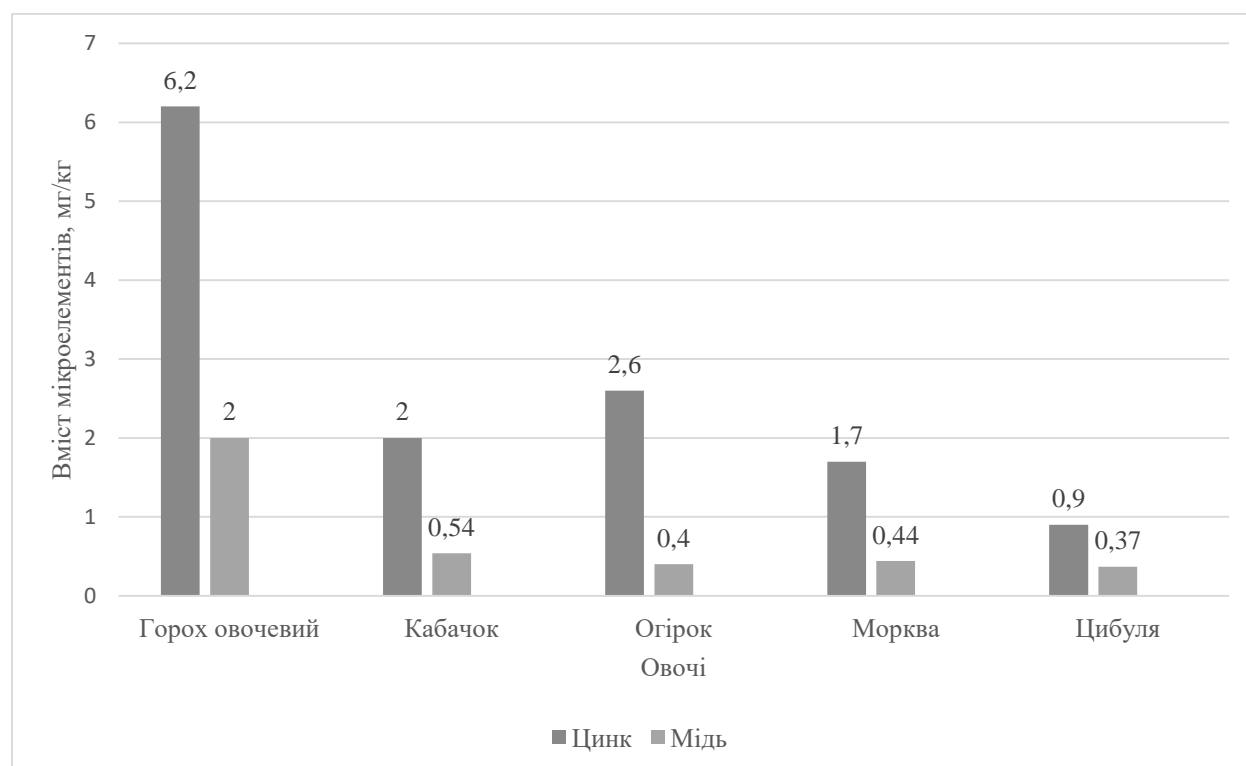


Рис. 3.3. – Порівняльна оцінка вмісту мікроелементів у овочах вирощених в умовах агроселітебних зон.

У овочах вирощених в умовах польової (рис. 3.4) сівозміни вміст міді був нижчий порівняно з цинком у горосі овочевому у 3,4 раза, кабачках у 3,9 раза, огірках у 6,2 раза, моркві у 7,2 раза та цибулі у 5,6 раза.

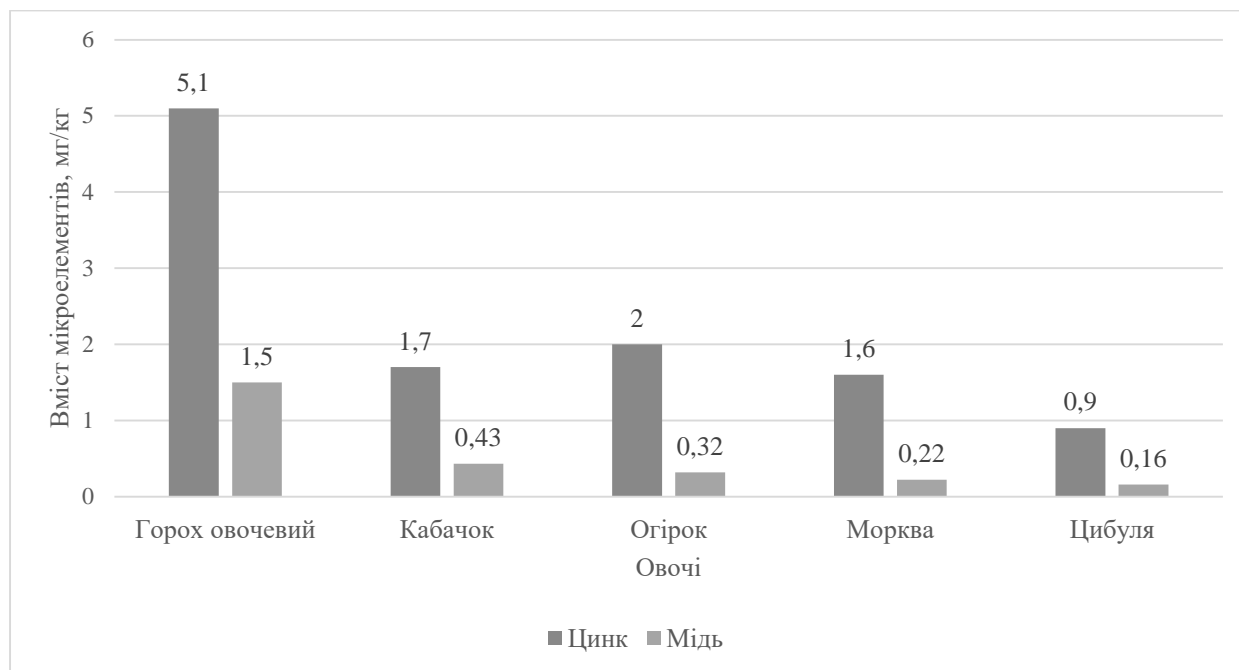


Рис. 3.4. – Порівняльна оцінка вмісту мікроелементів у овочах вирощених в умовах польової сівозміни.

Враховуючи різний вміст в досліджуваних овочах важких металів і мікроелементів, зокрема, вищий в умовах агроселітебних зон порівняно з польовою сівозміною, виникла необхідність вивчення даного фактору на конкретному типі ґрунту домінуючому в зоні досліджень (сірий лісовий) в умовах польової сівозміни як основного стратегічного напрямку аграрного виробництва.

Аналіз вмісту важких металів у сірих лісових ґрунтах на досліджуваній території Лісостепу Правобережного показав, що концентрації цих токсикантів були нижчі за допустимі рівні. Зокрема вміст свинцю у ґрунтах був нижчий за допустимий рівень у 4,0 раза, кадмію у 3,2 раза, цинку у 2,5 раза та міді у 5,0 раза.

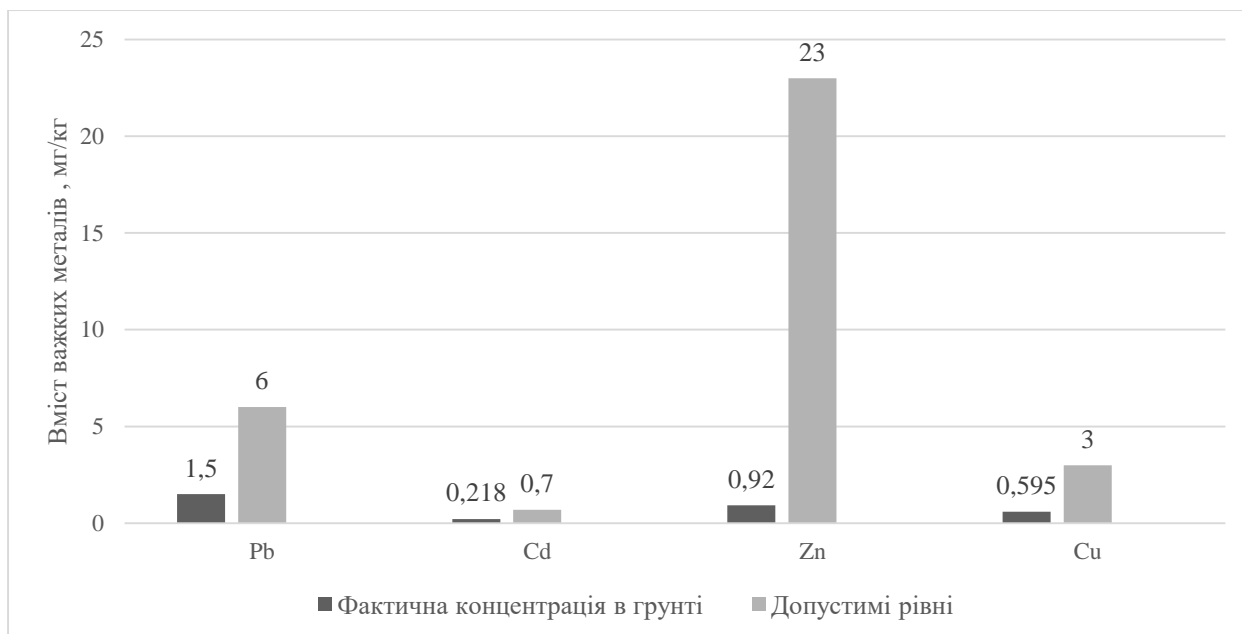


Рис. 3.5. – Вміст важких металів у ґрунтах, мг/кг

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Не дивлячись на нижчий за ГДК вміст у сірому лісовому ґрунті важких металів, існує певна небезпека накопичення цих токсичних елементів у рослинах в своїй вегетативній масі в десятки, а то і в сотні разів більше ніж у ґрунті.

Однак, враховуючи те, що рослини з ґрунту можуть накопичувати важкі метали в декілька разів, а іноді десятки разів більше, існує певна небезпека одержання безпечної продукції рослинництва в тім числі і овочівництва.

Таблиця 3.7

Вміст важких металів у овочах, мг/кг ($M \pm m$, $n=4$), (2021-2022 рр.)

Культури	Свинець		Кадмій	
	Фактична концентрація	Допустимий рівень	Фактична концентрація	Допустимий рівень
Горох	0,2642±0,001	0,50	0,0485±0,001	0,03
Кабачок	0,0930±0,001	0,50	0,0173±0,0001	0,03
Огірок	0,1045±0,001	0,50	0,0191±0,001	0,03

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Моніторинг накопичення важких металів (див. табл. 3.7) показав, що в умовах сірих лісових ґрунтів на території Вінниччини перевищення допустимих рівнів виявлено лише у овочевого гороху по свинцю.

Так, в плодах овочевого гороху вміст свинцю був вищий порівняно з допустимим рівнем у 1,61 раза. Тоді як у плодах кабачків і огірків вміст свинцю був нижчий за допустимий рівень у 1,73 раза і 1,57 раза відповідно.

Аналізуючи відсоткове співвідношення вмісту важких металів (рис. 3.6) необхідно відмітити, що кількість свинцю була вища порівняно з кадмієм, у горосі у 5,45 раза, кабачках у 5,36 раза та огірках у 5,49 раза.

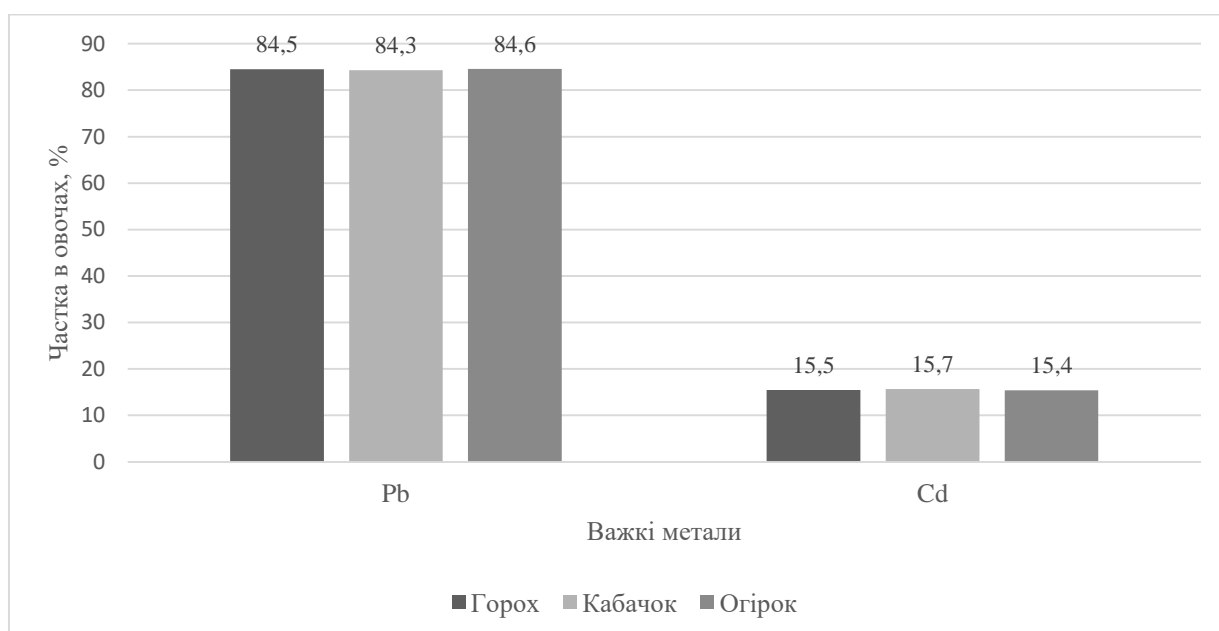


Рис. 3.6. – Співвідношення вмісту в овочах важких металів, %

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Вміст свинцю у досліджуваних овочах був нижчий за допустимий рівень (таб. 3.8) зокрема овочевого гороху у 1,89 раза, кабачків у 5,37 раза та огірків у 4,78 раза.

Вміст цинку у плодах овочевого гороху, кабачків та огірків був нижчий за допустимий рівень відповідно у 1,26 раза, 3,89 раза та 2,88 раза.

Вміст міді у плодах овочевого гороху, кабачків та огірків також був нижчий за допустимий рівень у 2,09 раза, 8,30 раза та 10,36 раза відповідно.

Таблиця 3.8

Вміст мікроелементів у овочах, мг/кг ($M \pm m$, $n=4$), (2021-2022рр.)

Культури	Цинк		Мідь	
	Фактична концентрація	Допустимий рівень	Фактична концентрація	Допустимий Рівень
Горох овочевий	$7,927 \pm 0,022$	10,0	$2,412 \pm 0,013$	5,0
Кабачок	$2,567 \pm 0,016$	10,0	$0,6022 \pm 0,002$	5,0
Огірок	$3,462 \pm 0,025$	10,0	$0,4825 \pm 0,001$	5,0

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Серед досліджуваних овочів найвищий рівень свинцю, кадмію, цинку та міді було виявлено у овочевому гороху. Так, вміст свинцю у плодах гороху був вищим порівняно з плодами кабачків у 2,84 раза, а огірків у 2,52 раза.

Вміст кадмію у плодах овочевого гороху був вищим у 2,80 раза порівняно з плодами кабачків та огірків. Спостерігається також вища різниця між досліджуваними овочами вмісту цинк та мідь. Зокрема, вміст цинк і мідь у плодах овочевого гороху був вищим порівняно з плодами кабачків у 3,08 раза і 4,0 раза та огірків у 22,8 раза і 4,99 раза. Найвища різниця між плодами овочевого гороху, кабачків та огірків була виявлена по вмісту міді, яка складала в 1,5 – 2,0 рази порівняно з свинцем, кадмієм та цинком. Серед важких металів – токсикантів (свинець, кадмій) вищий вміст у овочах спостерігався по свинцю порівняно з кадмієм. Так, вміст свинцю у плодах овочевого гороху, кабачків та огірків був вищим порівняно з кадмієм у 5,44 рази, 5,37 раза та 5,47 відповідно.

Вміст важких металів – мікроелементів (цинк, мідь) у досліджуваних овочах був вищий по цинку (рис. 3.7). Зокрема вміст цинку був вищим у плодах овочевого гороху у 3,28 раза, у плодах кабачків у 4,26 раза та плодах огірків у 7,17 раза порівняно з міддю.

Характеризуючи співвідношення відсоткового вмісту важких металів мікроелементів в овочах наведених на рис. 3.7, встановлено, що відсоткова частка цинку в порівнянні з міддю була вища у овочевого гороху у 3,29 раза, кабачках у 4,26 раза та огірках у 7,2 раза [4].

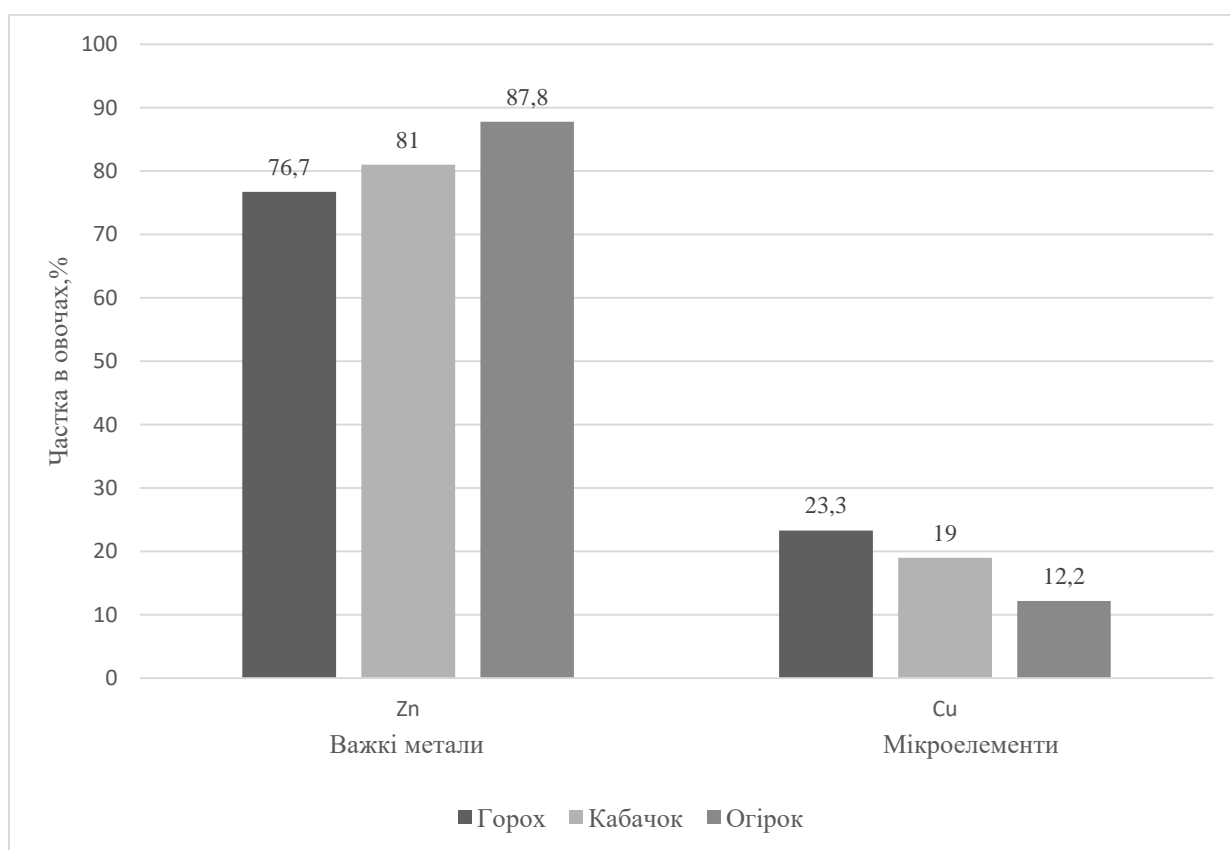


Рис. 3.7. – Співвідношення вмісту в овочах важких металів, мікроелементів, %

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Коефіцієнти накопичення важких металів у овочах (табл. 3.9) показав що найвищим він був у плодах овочевого гороху. Зокрема, коефіцієнти

накопичення в плодах овочевого гороху був вищим у 2,83 раза порівняно з плодами кабачків та і у 2,55 раза в порівнянні з плодами огірків.

Коефіцієнти накопичення кадмію у плодах овочевого гороху був вищим у 2,81 раза і 2,55 раза порівняно з плодами кабачків та огірків [4].

Таблиця 3.9

Коефіцієнт накопичення важких металів в овочах, 2021-2022 рр.

Овочеві культури	Важкі метали					
	Свинець			Кадмій		
	Коефіцієнт накопичення	Вміст, мг/кг		Коефіцієнт накопичення	Вміст, мг/кг	
		грунт	овочі		грунт	овочі
Горох овочевий	0,176	1,5	0,2642	0,222	0,22	0,0485
Кабачок	0,062	1,5	0,0930	0,079	0,22	0,0173
Огірок	0,069	1,5	0,1045	0,087	0,22	0,0191

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Щодо коефіцієнту накопичення у плодах овочевого гороху цинку і міді (таб. 3.10) то даний показник був нижчий у 3,08 раза і 4,00 раза порівняно з плодами кабачків та 2,28 раза і 5,00 раза порівняно з плодами огірків. Найвища різниця по коефіцієнту накопичення важких металів у овочах спостерігалась по міді, яка досягала до 5 разів.

Таблиця 3.10

Коефіцієнт накопичення мікроелементів овочами, 2021-2022 рр.

Овочеві культури	Важкі метали					
	Цинк			Мідь		
	Коефіцієнт накопичення	Вміст, мг/кг		Коефіцієнт накопичення	Вміст, мг/кг	
		грунт	овочі		грунт	овочі
Горох овочевий	8,616	9,2	7,927	4,053	0,6	2,412
Кабачок	2,790	9,2	2,567	1,012	0,6	0,6022
Огірок	3,763	9,2	3,462	0,810	0,6	0,4825

Джерело: сформовано на основі власних досліджень [4]

Коефіцієнт небезпеки важких металів (табл. 3.11) показує, що серед досліджуваних овочевих культур найвищий даний показник виявлено у плодах овочевого гороху. Зокрема, коефіцієнт небезпеки був вищий у плодах овочевого гороху порівняно з плодами огірків та кабачків по свинцю відповідно у 2,83 рази і 2,52 рази, кадмію у 2,8 рази і 2,54 рази, цинку у 3,09 рази і 2,28 рази та міді у 4,01 рази і 1,24 рази.

Таблиця 3.11

Коефіцієнт небезпеки важких металів у овочах (2021-2022 рр.)

Овочеві культури	Важкі метали					
	Свинець			Кадмій		
	К.небезпеки	Вміст, мг/кг		К.небезпеки	Вміст, мг/кг	
		Фактична концентрація	Допустимий рівень		Фактична концентрація	Допустимий рівень
Горох овочевий	0,528	0,2642	0,5	1,616	0,0485	0,03
Кабачок	0,186	0,0930	0,5	0,576	0,0173	0,03
Огірок	0,209	0,1045	0,5	0,636	0,0191	0,03

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Водночас необхідно відмітити, що коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді у плодах кабачків та огірків (таб. 3.12) був нижчий за граничнодопустимий показник (0,1), що вказує на безпечність даних овочів.

Коефіцієнт небезпеки у плодах овочевого гороху кадмію був вищим за показник 1,0 у 1,61 рази. Так коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді був нижчим за гранично допустимий показник у плодах кабачків

відповідно в 5,37 раз, 1,73 раз, 3,90 раз і 8,33 раз та у плодах огірків в 4,78 раз, 1,57 раз, 2,89 раз і 10,36 раз відповідно.

Таблиця 3.12

Коефіцієнт небезпеки мікроелементів у овочах, (2021-2022 рр.)

Овочеві культури	Важкі метали					
	Цинк			Мідь		
	К.небезпеки	Вміст, мг/кг		К.небезпеки	Вміст, мг/кг	
		Фактична концентрація	Допустимий рівень		Фактична концентрація	Допустимий рівень
Горох овочевий	0,792	7,927	10,0	0,482	2,412	5,0
Кабачок	0,256	2,567	10,0	0,420	0,6022	5,0
Огірок	0,346	3,462	10,0	0,0965	0,4825	5,0

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Тобто за інтенсивності забруднення ґрунтів свинцем – 1,5 мг/кг, кадмієм – 0,22 мг/кг, цинком – 9,2 мг/кг та міддю – 0,6 мг/кг перевищення допустимих рівнів спостерігалось лише по кадмію у горосі овочевому.

Отже, одержанні результати досліджень показали, що серед досліджуваних овочів: гороху овочевого, кабачка, огірка, моркви та цибулі одержаних на ринках збуту, так і в умовах вирощених на сірому лісовому ґрунті з відомим забрудненням важкими металами та мікроелементами вміст свинцю, кадмію, цинку та міді залежав від виду овочів (найвищий вміст важких металів та мікроелементів виявлено в горосі овочевому), та рівня забруднення ґрунтів (найвищий вміст важких металів та мікроелементів виявлено в умовах агроселітебних зон).

3.2. Інтенсивність накопичення важких металів у овочах вирощених в умовах закритого ґрунту.

Відомо, що токсиканти можуть розповсюджуватись на великі відстані від джерел викидів, що не завжди є контрольованим процесом, тому за таких умов можна очікувати певного впливу на якість виробленої продукції.

В зв'язку з цим виникає необхідність у вивченні впливу даних особливостей на накопичення важких металів у овочевій продукції.

Виходячи з цього нами було досліджено рівень накопичення важких металів в умовах закритого ґрунту, характерним для якого є надходження речовин тільки через кореневу систему.

Результати досліджень відображені на (рис. 3.5) показали, що перевищень вмісту важких металів не спостерігалось у ґрунті частину якого було закрито плівковим тунелем на період вирощування овочів для захисту від атмосферно-поверхневого потрапляння токсикантів. Так концентрація у ґрунті свинцю, кадмію, цинку та міді була нижча за ГДК у 4,9 раза 11,6, 37,7 та 9,4 раза відповідно.

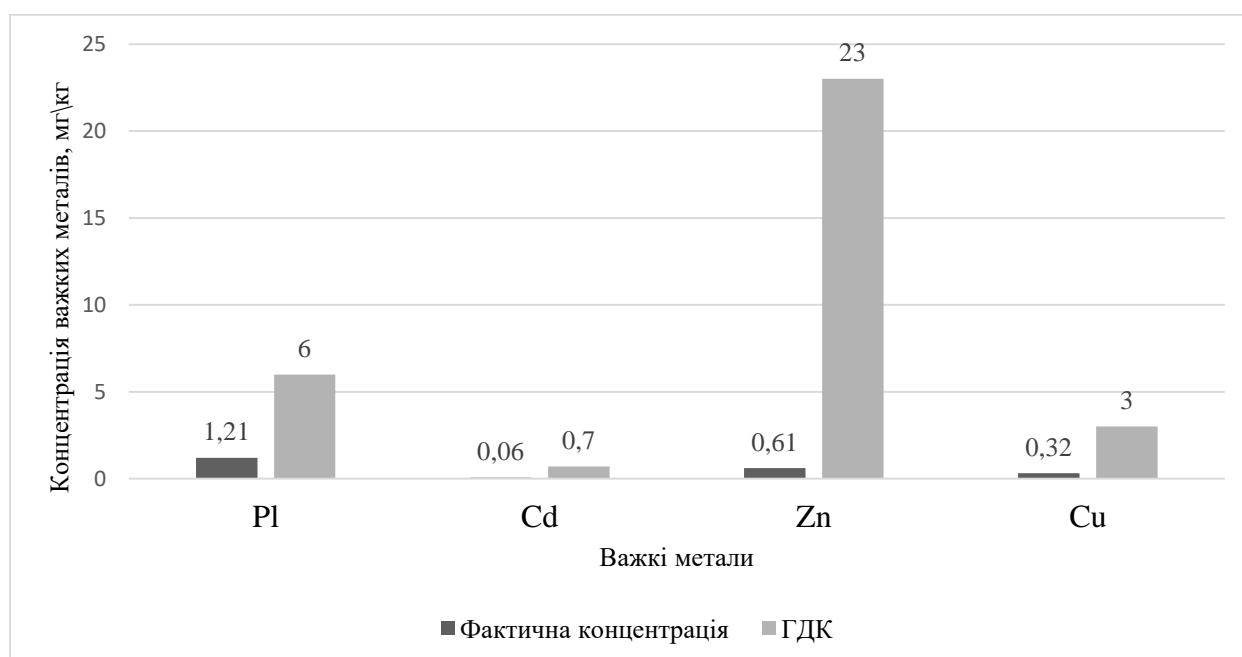


Рис. 3.8. – Інтенсивність забруднення ґрунту важкими металами, мг/кг

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За результатом досліджень виявлено певний вплив накопичення овочами важких металів за вирощування їх в умовах відкритого і закритого ґрунту (табл. 3.13).

Зокрема виявлено, що в редьці сорту Саксонія вирощеній в умовах відкритого ґрунту концентрація свинцю і цинку була нижча за ГДК у 16,6 разів і 1,6 раза відповідно, а кадмію вища у 7,0 раза.

В умовах закритого ґрунту в редьці аналогічного сорту концентрація свинцю та цинку була нижча за ГДК у 25 разів та 1,9 раза відповідно, а кадмію вища у 6,0 раза.

Концентрація свинцю, кадмію, цинку у редьці вирощеній в умовах закритого ґрунту була нижча у 1,5 раза 1,05 та 1,23 раза порівняно з аналогічною продукцією вирощеною в умовах відкритого ґрунту.

Таблиця 3.13

Накопичення важких металів овочевими культурами мг/кг, ($M \pm m$, $n=4$), (2021-2022рр.)

Культури	Особливості вирощування	Важкі метали					
		Свинець		Кадмій		Цинк	
		ГДК	Факт. концентрація	ГДК	Факт. концентрація	ГДК	Факт. концентрація
Салат посівний листовий (Рекорд)	Відкритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,48±0,0064	0,03	0,11±0,0064	10	8,20±0,0064
	Закритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,31±0,0064	0,03	0,06±0,0064	10	7,30±0,0064
Редька посівна (Саксонія)	Відкритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,03±0,0028	0,03	0,21±0,0108	10	6,32±0,0085
	Закритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,02±0,0028	0,03	0,20±0,0085	10	5,11±0,0085

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

У салаті за вирощування його в умовах відкритого ґрунту концентрація свинцю та цинку була нижча за ГДК у 1,04 раза та 1,2 раза відповідно,

концентрація кадмію вища у 3,6 раза. В салаті в умовах закритого ґрунту концентрація свинцю і цинку була нижча за ГДК у 1,6 раза та 1,4 раза, а кадмію вища у 2,0 раза.

У салаті сорту Рекорд вирощеного в умовах закритого ґрунту концентрація свинцю була нижча у 1,5 раза, кадмію у 1,8 раза та цинку у 1,12 раза порівняно з аналогічною продукцією вирощеною в умовах відкритого ґрунту.

Серед досліджувальних важких металів у овочах (рис. 3.9) найнижчий вміст виявлено кадмію, зокрема в салаті посівному вирощеному в умовах відкритого ґрунту. Вміст кадмію був нижчий порівняно з свинцем та цинком у 4,3 раза і 74,5 раза відповідно, тоді як в умовах закритого ґрунту дані показники склали 5,1 раза і 12,1 раза.

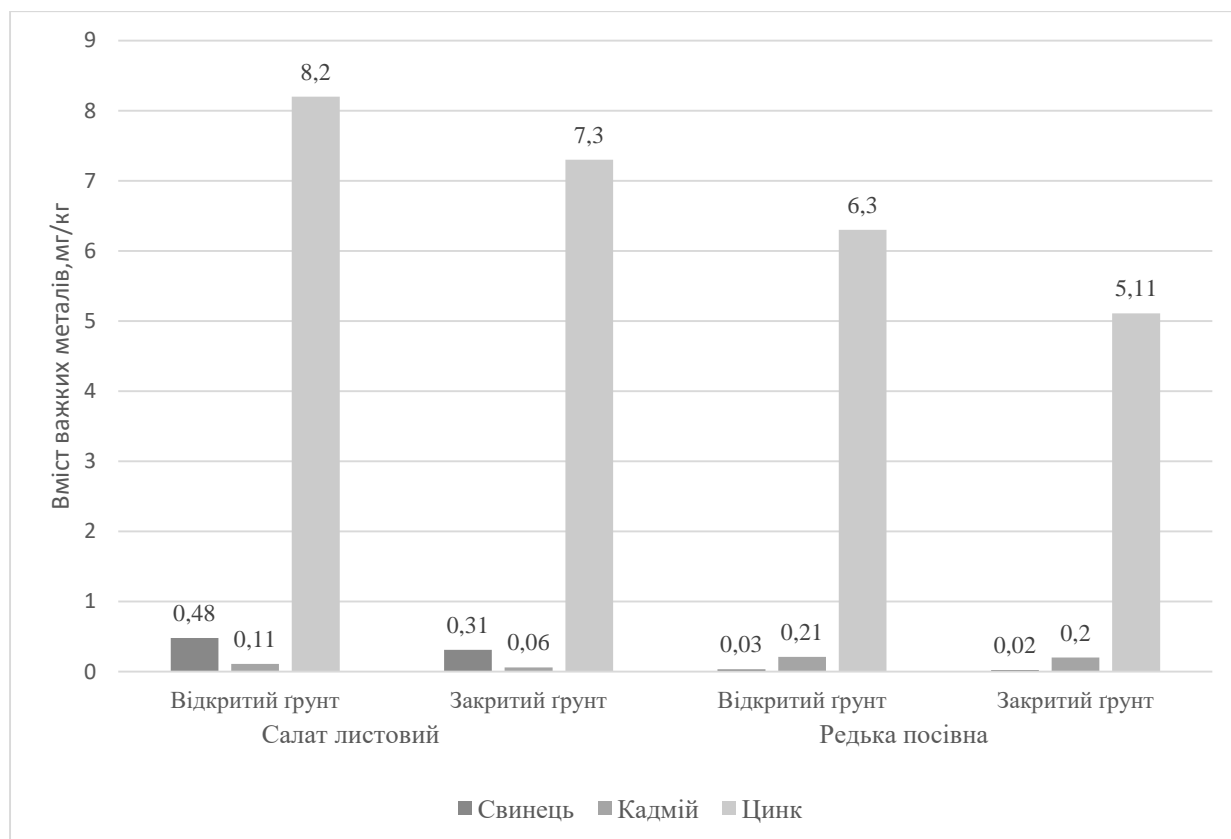


Рис. 3.9. – Порівняльна оцінка вмісту важких металів у овочах вирощених в умовах відкритого і закритого ґрунту, мг/кг

Подібна тенденція спостерігалась і у редці посівній, так вміст кадмію в умовах відкритого ґрунту був нижчий порівняно з свинцем у 1,4 раза та цинком у 30,1 раза, тоді як в умовах закритого ґрунту дані показники склали по цинку 25,5 разів, а різниці у редці посівні між свинцем і кадмієм не виявлено.

Характеризуючи коефіцієнт накопичення важких металів у овочах в залежності від умов вирощування (відкритий і закритий ґрунт) (табл. 3.13) необхідно відмітити певні особливості.

Таблиця 3.13

Коефіцієнт накопичення важких металів овочевими культурами,
(2021-2022 рр.)

Культури	Особливості вирощування	Важкі метали								
		Свинець			Кадмій			Цинк		
		Концентрація		Коефіцієнт накопичення	Концентрація		Коефіцієнт накопичення	Концентрація		Коефіцієнт накопичення
		Ґрунт	Овочі		Ґрунт	Овочі		Ґрунт	Овочі	
Салат посівний листовий (Рекорд)	Відкритий ґрунт зі штучним поливом	1,21	0,48	0,4	0,06	0,11	1,8	0,61	8,20	13,4
	Закритий ґрунт зі штучним поливом	1,21	0,31	0,2	0,06	0,06	1,0	0,61	7,30	11,9
Редька посівна (Саксонія)	Відкритий ґрунт зі штучним поливом	1,21	0,03	0,02	0,06	0,21	3,5	0,61	6,32	10,3
	Закритий ґрунт зі штучним поливом	1,21	0,02	0,01	0,06	0,20	3,3	0,61	5,11	8,3

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Коефіцієнт накопичення важких металів був вищий в овочевій продукції вирощеній в умовах відкритого ґрунту, зокрема коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію, цинку в салаті який був вирощений в умовах відкритого ґрунту був у 2,0, 1,8, 1,12 рази вищий відповідно до салату вирощеного на закритому ґрунті.

Щодо коефіцієнту накопичення важких металів в редьці спостерігалась подібна тенденція. Так, коефіцієнт накопичення свинцю, кадмію та цинку у редисці вирощеній в умовах відкритого ґрунту був вищий у 2,0 рази, 1,6 та 1,2 рази відповідно порівняно з аналогічною продукцією вирощеною в умовах закритого ґрунту. Поряд з цим, необхідно відмітити, певну послідовність до накопичення важких металів у салаті та редьці вирощених в умовах як відкритого так і закритого ґрунтів по наростаючій величині: свинець – кадмій – мідь – цинк.

Результати досліджень (табл. 3.14) показали, що коефіцієнт небезпеки свинцю в листі салату та коренеплодах редьки при вирощуванні в умовах відкритого ґрунту був вищий у 1,5 рази, порівняно з аналогічними овочами вирощеними в закритому ґрунті.

Коефіцієнт небезпеки кадмію і цинку в листях салату та коренеплодах редьки вирощених в умовах відкритого ґрунту був вищий у 1,8 і 1,06 рази відповідно порівняно з овочами вирощеними на закритому ґрунті.

Аналіз коефіцієнту небезпеки свинцю і цинку не перевищував граничну межу 1,0 у салаті посівному листовому та редьці посівні, як в умовах закритого ґрунту так і в умовах відкритого ґрунту. Тоді як коефіцієнт небезпеки кадмію перевищував граничну межу 1.0. Зокрема в умовах відкритого і закритого ґрунту у салаті посівному спостерігалось перевищення граничної межі коефіцієнту небезпеки кадмію у 3,6 рази і 2 рази відповідно. У редьці посівні було виявлено перевищення граничної межі коефіцієнту небезпеки кадмію в умовах відкритого і закритого ґрунтів у 7,0 рази і 6,6 рази відповідно [6].

Таблиця 3.14

Коефіцієнт небезпеки важких металів у овочевих культурах.

Культури	Особливості вирощування	Важкі метали								
		Свинець			Кадмій			Цинк		
		ГДК	Фактична концент.	Коефіцієнт небезпеки	ГДК	Фактична концент.	Коефіцієнт небезпеки	ГДК	Фактична концент.	Коефіцієнт небезпеки
Салат посівний листовий (Рекорд)	Відкритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,48	0,96	0,03	0,11	3,6	10	8,20	0,82
	Закритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,31	0,62	0,03	0,06	2	10	7,30	0,73
Редька посівна (Саксонія)	Відкритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,03	0,06	0,03	0,21	7	10	6,32	0,632
	Закритий ґрунт зі штучним поливом	0,5	0,02	0,04	0,03	0,20	6,6	10	5,11	0,511

Джерело: сформовано на основі власних досліджень [6]

Отже, вирощування у сучасних умовах техногенного навантаження салату посівного та редьки посівної сприяє зниженню забруднення їх свинцем, кадмієм та цинком за рахунок захисту їх від поверхневого забруднення. Водночас необхідно відмітити перевищення ГДК по кадмію у цих овочах вирощених в умовах сірих лісових ґрунтів.

3.3. Урожайність та інтенсивність накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування

Природньо-кліматичні умови Лісостепу Правобережного останнім часом помітно змінюються, так як і загалом в Україні, та планеті в цілому.

Характерним для сучасних природньо-кліматичних умов в зоні агропромислового виробництва є підвищення температури, зниження кількості опадів, малосніжні та теплі зими. Дані фактори впливають на період та тривалість вирощування сільськогосподарських культур, терміни посіву, вегетаційні періоди та періоди формування врожаю. Враховуючи, що дані фактори можуть в тій чи іншій мірі впливати на онтогенез рослин та їх урожайність, що залежить від інтенсивності засвоєння і накопичення ними поживних речовин з ґрунту виникає потреба і у вивченні інтенсивності накопичення важких металів у вирощеному матеріалі.

Характеризуючи урожайність овочів необхідно відмітити певний вплив періоду їх вирощування на даний показник.

Аналіз урожайності овочів (табл. 3.15) показав, що за осіннього висіву часнику, моркви та цибулі даний показник був вищим на 36,6%, 24,3% та 22,5% тоді як петрушки навпаки нижчим на 12,5% порівняно з аналогічними овочами, які були висіяні у весняний період.

Таблиця 3.15

Урожайність овочевих культур за різних періодів їх вирощування,
т/га, (2021-2022 рр.)

Культури	Урожайність озимого посіву		В середньому за роки досліджень	Урожайність весняного посіву		В середньому за роки досліджень
	2021	2022		2021	2022	
Часник	9,4	10	9,7	7,2	7,0	7,1
Морква	47	50	48,5	38	40	39
Петрушка	32	35	33,5	37	40	38,5
Цибуля	24	25	24,5	20	20	20

НІР_{0,5} т/га: для часнику – 0,219; для моркви – 2,071; для петрушки – 2,586; для цибулі – 2,131

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Аналіз одержаних результатів досліджень (табл. 3.16) показав, що концентрація кадмію в головках ярого часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки була вища на 65,1%, 26,0% та 15,5% порівняно з аналогічними ярами овочами.

Концентрація міді в ярому часнику, коренеплодах моркви, листі петрушки та цибулі за сівби у весняний період була нижча на 10,7%, 18,7%, 36,2% та 8,5% порівняно з аналогічними озимими культурами.

Вміст цинку в головках часнику, коренеплодах моркви, листі петрушки та цибулинах цибулі ріпчастої висіяних весною, був нижчим на 16,4%, 30%, 26% та 22% ніж за осінньої сівби.

Таблиця 3.16

Накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування, мг/кг, ($M \pm m$, $n=4$), (2021-2022 рр.)

Культури	Період вирощування	Важкі метали		
		Кадмій	Мідь	Цинк
Часник	Озимий	0,0112±0,0002	0,595±0,001	5,05±0,02
	Весняний	0,0185±0,0001	0,531±0,001	4,22±0,01
Морква	Озимий	0,0046±0,00009	0,064±0,0004	0,247±0,002
	Весняний	0,0058±0,0002	0,052±0,0004	0,173±0,001
Петрушка	Озимий	0,0058±0,0001	0,215±0,0007	1,03±0,01
	Весняний	0,0067±0,00006	0,137±0,0006	0,76±0,02
Цибуля	Озимий	-	0,113±0,04	0,367±0,03
	Весняний	-	0,103±0,02	0,349±0,02

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Порівнюючи вміст важких металів у головках часнику, коренеплодах моркви, листі петрушки та цибулі з максимально допустимим рівнем згідно з ДСТУ необхідно відмітити, що перевищень їх не виявлено.

Так, вміст кадмію в головках озимого часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки осіннього строку посіву був нижчим у 2,65 раза, 6,52 раза та 5,1 раза порівняно з максимально допустимими рівнями згідно ДСТУ.

Вміст міді і цинку в головках часнику, коренеплодах моркви, листі петрушки та цибулі осіннього строку сівби був нижчий у 8,4 раза і 1,98 раза та 78 раза і 40 раза, 23 раза і 97 раза порівняно з максимально допустимими рівнями згідно ДСТУ.

У головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки весняного строку сівби вміст кадмію був нижчий у 1,62, 5,17 та 4,17 раза порівняно з максимально допустимими рівнями згідно ДСТУ.

Вміст міді і цинку в головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки був нижчим у 9,4 і 2,36, 96 і 57 раза та 36 і 13,1 раза порівняно з максимально допустимими рівнями згідно ДСТУ.

Результати досліджень (рис. 3.10) показують суттєву різницю між накопиченням важких металів овочами за різного періоду вирощування (осінній, весняний).

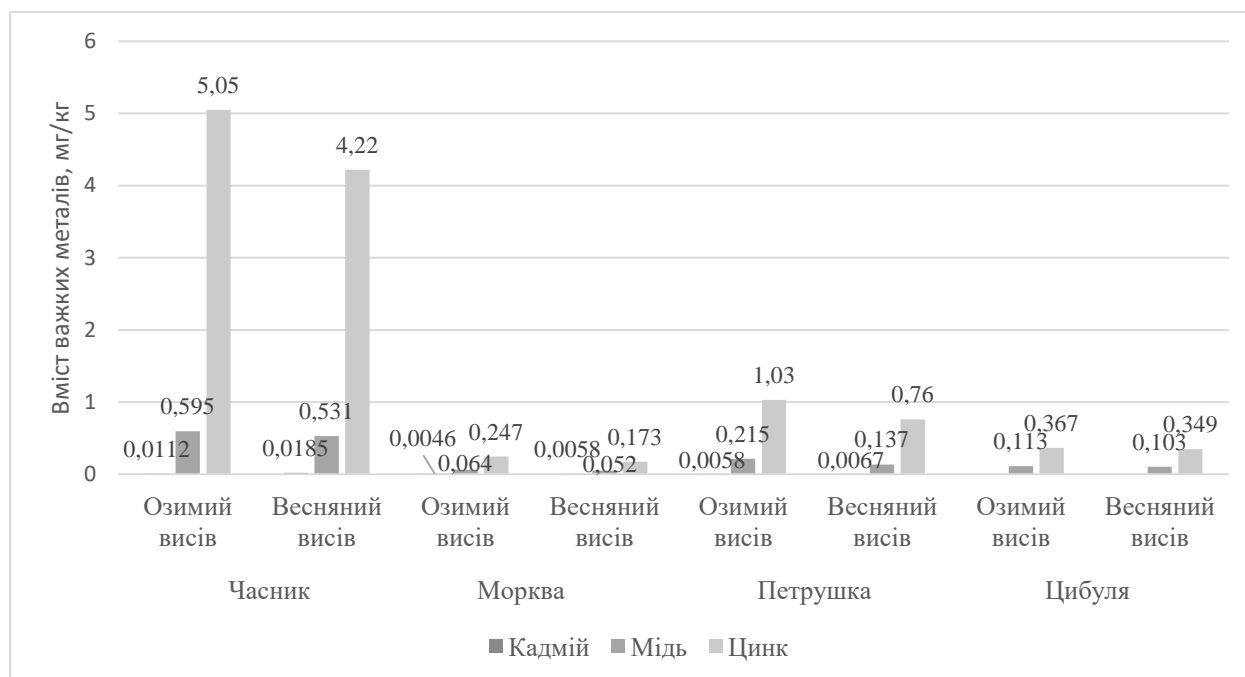


Рис. 3.10. – Порівняльна оцінка накопичення важких металів у овочах вирощених в різні періоди, мг/кг

Зокрема у головках часнику осіннього висіву вміст кадмію був нижчий порівняно з міддю у 53 рази, а цинком у 45 рази, тоді як у аналогічній продукції висіяній у весняний період дані показники склали 28,7 рази і 22,8 рази.

У моркві осіннього висіву вміст кадмію порівняно з міддю був нижчий у 13,9 рази та цинком у 3,8 рази, тоді як в аналогічній сировині весняного висіву дані показники склали 8,9 рази і 3,3 рази відповідно.

У петрушці осіннього висіву вміст кадмію був нижчим порівняно з міддю у 37 рази та цинком у 17,7 рази, тоді як у аналогічній сировині весняного висіву ці показники склали 20 рази та 11,3 рази відповідно.

Водночас, необхідно відмітити, що різниця між вмістом у овочах кадмію порівняно з міддю і цинком була нижча за весняного висіву в даних культурах.

Аналізуючи коефіцієнт накопичення важких металів у овочах (табл. 3.17) необхідно відмітити, що даний показник залежав від періоду їх вегетації.

Таблиця 3.17

Коефіцієнт накопичення важких металів у овочах, (2021-2022 рр.)

Культура	Період вирощування	Важкі метали		
		Кадмій	Мідь	Цинк
Часник	Озимий	0,051	0,99	5,4
	Весняний	0,084	0,88	4,5
Морква	Озимий	0,021	0,10	0,3
	Весняний	0,026	0,08	0,2
Петрушка	Озимий	0,026	0,35	1,1
	Весняний	0,030	0,22	0,8
Цибуля	Озимий	-	-	-
	Весняний	-	-	-

Джерело: сформовано на основі власних досліджень [3]

Так, коефіцієнт накопичення кадмію в головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки за весняного строку сівби був вищим на 64,7%, 23,7%, 15,3% порівняно з аналогічними овочами осіннього посіву.

Коефіцієнт накопичення міді і цинку в головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки весняного посіву, навпаки, був нижчим на 11,1% і 16,6%, 20% і 30% та 37,1% і 27% порівняно з аналогічними овочами осіннього строку сівби. Отже, вміст і коефіцієнт накопичення в головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки кадмію був вищим, а міді і цинку – нижчим за весняного посіву даних культур порівняно з аналогічними овочами осіннього строку сівби [3].

Результати досліджень (табл. 3.18) показали, що коефіцієнт небезпеки кадмію у ярого часнику, коренях моркви та листі петрушки весняного строку сівби був вищим на 54%, 26% та 15% відповідно порівняно з аналогічними овочами озимими.

Таблиця 3.18

Коефіцієнт небезпеки важких металів у овочах, (2021-2022 рр.)

Культура	Період вирощування	Важкі метали		
		Кадмій	Мідь	Цинк
Часник	Озимий	0,37	0,12	0,50
	Весняний	0,61	0,10	0,42
Морква	Озимий	0,15	0,012	0,02
	Весняний	0,19	0,010	0,02
Петрушка	Озимий	0,19	0,043	0,10
	Весняний	0,22	0,027	0,07
Цибуля	Озимий	-	0,02	0,04
	Весняний	-	0,22	0,03

Джерело: сформовано на основі власних досліджень [3]

Коефіцієнт небезпеки міді і цинку був нижчим у головках часнику на 16,6% і 16,8% у листі петрушки на 37,2% і 30% та цибулинах цибулі на 9,0% і 25% весняного посіву відповідно порівняно з осіннім посівом.

Коефіцієнт небезпеки міді у моркві весняного посіву був нижчий на 16,6% порівняно з осіннім. Тоді як коефіцієнт небезпеки цинку у моркві осіннього і весняного висіву був на одному рівні.

Отже, різниця в урожайності між озимим і ярими культурами, в середньому за роки досліджень, зокрема часнику сорту Любаша, моркви сорту Грета, петрушки сорту Найда, цибулі сорту Радар, складала ярого посіву 7,1 т\га, 39 т\га, 38,5 т\га, 20 т\га відповідно. Водночас урожайність озимих часнику, моркви, петрушки та цибулі була вища і складала 9,7 т\га, 48,5 т\га, 33,5 т\га, 24,5 т\га відповідно.

За результатом досліджень виявлено вищий рівень накопичення кадмію ярими овочевими культурами (часник, морква, петрушка, цибулі) порівняно з озимими. Однак вміст цинку та міді в озимих овочах був вищий.

3.4. Урожайність та інтенсивність накопичення важких металів овочами за різного рівня зволоження ґрунтів

В умовах Лісостепу Правобережного спостерігається дефіцит рівня води в ґрунтах із-за зниження кількості опадів як в літній так і зимовий період їх вирощування. Водночас потрібно відмітити аномально високий рівень зволоження ґрунтів через випадання великої кількості опадів протягом короткого періоду. Відомо, що за таких умов спостерігається зниження урожайності рослин.

Враховуючи те, що рівень зволоження ґрунтів, в тій чи іншій мірі впливає на переміщення речовин з ґрунту у рослини, можна припустити, що даний фактор буде відображатися і на транслокації важких металів в урожаї, зокрема в овочі.

Виходячи з цього метою даного дослідження було вивчення впливу аномально-високого рівня зволоження ґрунтів на інтенсивність накопичення свинцю і кадмію у листовій масі петрушки сорту Найда, кропу сорту Атлант та шпинату сорту Переможець.

Використання ґрунтів сільськогосподарського призначення в зоні техногенного навантаження може викликати зниження якості та безпеки рослинницької сировини.

Для зволоження ґрунтів використовували штучне зрошування (дощування) у період формування листової маси овочів [26].

За результатами проведеного дослідження (рис. 3.6) щодо вмісту свинцю, кадмію, цинку та міді у воді, яка використовувалась для зрошення рослин потрібно зазначити, що перевищення ГДК свинцю, цинку та міді не спостерігалось.

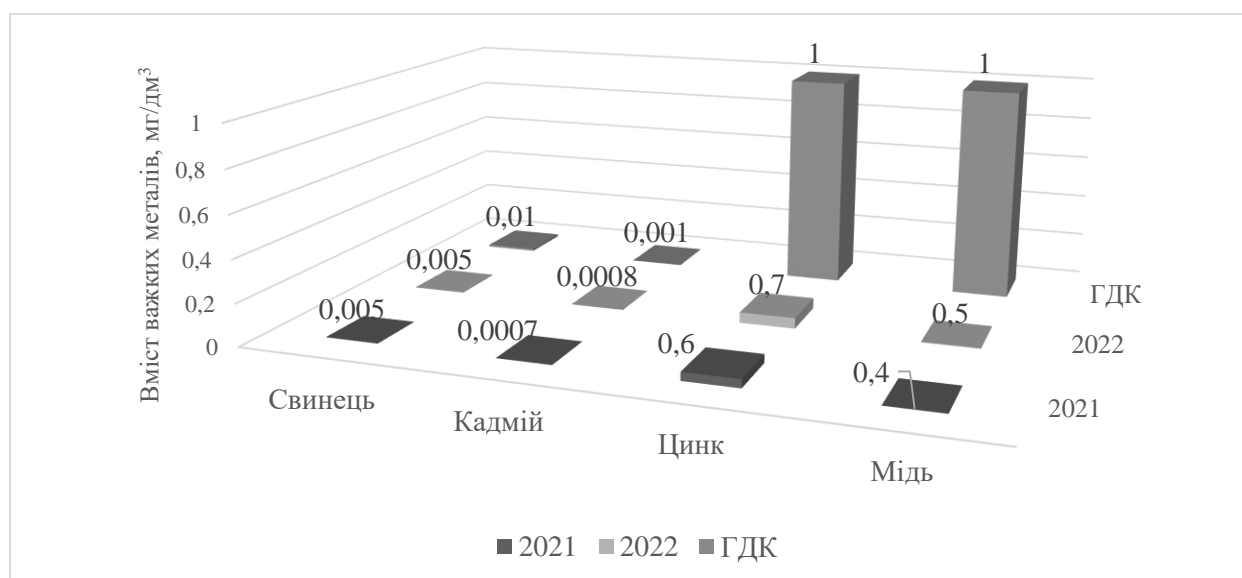


Рис. 3.6. – Інтенсивність забруднення води важкими металами в умовах дослідної ділянки, мг/дм³.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Зокрема у зрошувальній воді в 2021 році вміст свинцю, кадмію, цинку та міді був нижчий ГДК на 50%, 30%, 40% та 60% відповідно. У 2022 році вміст

свинцю, кадмію, цинку та міді у зрошувальній воді був нижчий на 50%, 20%, 30% та 50% відповідно.

Аналіз результатів дослідження (табл. 3.19) показав, що за штучного зволоження (дощування) ґрунтів, урожайність петрушки, кропу та шпинату в середньому зростає за два роки досліджень на 75,4%, 70% та 69,4% відповідно.

Таблиця 3.19

Урожайність овочевих культур за штучного поливу, 2021-2022рр.

Культури	Урожайність за природного зволоження			В середньому за два роки	Урожайність за штучного зволоження			В середньому за два роки
	2021	Рівень зволоження ґрунтів, мм	2022		2021	Рівень зволоження ґрунтів, мм	2022	
Петрушка	16,2	37	17,2	16,7	29,1	134	29,5	29,3
Кріп	9,7	30	11,7	10,7	18,1	108	18,3	18,2
Шпинат	9,4	37	9,6	9,5	15,9	122	16,3	16,1

$НІР_{0,5}$ т/га: для петрушки – 0,458; для кропу – 0,316; для шпинату – 0,286.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Аналіз інтенсивності забруднення ґрунтів (табл. 3.20) показав, що вміст в них свинцю був у межах від 1,73 мг/кг до 1,84 мг/кг, який не перевищував ГДК. Вміст свинцю в ґрунтах був нижчий за ГДК від 5,83 раза до 8,75 раза.

Таблиця 3.20

Вміст важких металів у ґрунтах, мг/кг, ($M \pm m$, $n=4$), 2021-2022 рр.

Культури	Роки дослідження	Важкі метали			
		Свинець	ГДК	Кадмій	ГДК
Листова маса петрушки (Найда)	2021	1,77±0,20	6,0	0,09±0,004	0,7
	2021	1,79±0,31	6,0	0,08±0,003	0,7
	2022	1,76±0,3	6,0	0,09±0,001	0,7
	2022	1,78±0,17	6,0	0,11±0,004	0,7
Листова маса кропу (Атлант)	2021	1,74±0,14	6,0	0,11±0,001	0,7
	2021	1,73±0,20	6,0	0,10±0,002	0,7
	2022	1,79±0,31	6,0	0,09±0,004	0,7
	2022	1,81±0,41	6,0	0,09±0,004	0,7
Листова маса шпинату (Переможець)	2021	1,72±0,31	6,0	0,11±0,003	0,7
	2021	1,74±0,20	6,0	0,12±0,003	0,7
	2022	1,82±0,14	6,0	0,10±0,004	0,7
	2022	1,84±0,14	6,0	0,11±0,002	0,7

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Аналіз коефіцієнту небезпеки важких металів у ґрунті (табл. 3.21) показав, що у варіантах вирощування петрушки він був в межах від 0,288 до 0,298 по свинцю та від 0,114 до 0,157 по кадмію, кропу від 0,288 до 0,301 по свинцю і від 0,128 до 0,157 по кадмію та шпинату від 0,286 до 0,306 по свинцю та від 0,128 до 0,171 по кадмію. Перевищень граничної межі коефіцієнту небезпеки, який складає 1,0, як свинцю так і кадмію у ґрунті не спостерігалось.

Таблиця 3.21

Коефіцієнт небезпеки важких металів у ґрунті, 2021-2022 рр.

Культури	Роки досліджень	Свинець	Кадмій
Листова маса петрушки (Найда)	2021	0,295	0,128
	2021	0,298	0,114
	2022	0,293	0,128
	2022	0,296	0,157
Листова маса кропу (Атлант)	2021	0,290	0,157
	2021	0,288	0,142
	2022	0,298	0,128
	2022	0,301	0,128
Листова маса шпинату (Переможець)	2021	0,286	0,157
	2021	0,290	0,171
	2022	0,303	0,142
	2022	0,306	0,128

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Результати досліджень (табл. 3.22) показали, що концентрація свинцю була вища за гранично допустимі рівні (в середньому за два роки досліджень при високому та помірному рівні зволоження ґрунтів) у листовій масі петрушки на 19,0% і 35,0%, кропу на 39,0% і 70,0% та шпинату на 31,0% і 59,0% відповідно.

Таблиця 3.22

Концентрація свинцю у овочевій продукції, мг/кг, 2021-2022 рр.

Продукція	Період досліджень, зволоження	Рівень зволоження ґрунтів, мм	Свинець	ГДК
Листова маса петрушки	2021 р. (штучне)	134	0,62 ± 0,042	0,5
	2021 р. (природне)	37	0,77 ± 0,037	0,5
	2022 р. (штучне)	112	0,57 ± 0,041	0,5
	2022 р. (природне)	31	0,58 ± 0,027	0,5
Листова маса кропу	2021 р. (штучне)	108	0,71 ± 0,012	0,5
	2021 р. (природне)	30	0,84 ± 0,030	0,5
	2022 р. (штучне)	118	0,68 ± 0,040	0,5
	2022 р. (природне)	34	0,86 ± 0,034	0,5
Листова маса шпинату	2021 р. (штучне)	122	0,64 ± 0,052	0,5
	2021 р. (природне)	37	0,78 ± 0,047	0,5
	2022 р. (штучне)	98	0,67 ± 0,031	0,5
	2022 р. (природне)	30	0,81 ± 0,030	0,5

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Концентрація кадмію (табл. 3.23) за високого та помірного рівня зволоження ґрунтів зі вмістом у них даного токсиканту від 0,08 мг/кг до 0,12 мг/кг була вища в середньому за два роки досліджень за гранично допустимі рівні відповідно на 73,3% та 2,3 раза у листовій масі петрушки, на 91,6% та 2,7 раза у листовій масі кропу та 2,0 раза і 2,6 раза у листовій масі шпинату.

Таблиця 3.23

Концентрація кадмію у овочевій продукції, мг/кг, 2021-2022 рр.

Продукція	Період досліджень	Рівень зволоження ґрунтів, мм	Кадмій	ГДК
Листова маса петрушки	2021 р.	134	0,053 ± 0,002	0,03
	2021 р.	37	0,071 ± 0,003	0,03
	2022 р.	112	0,051 ± 0,004	0,03
	2022 р.	31	0,067 ± 0,004	0,03
Листова маса кропу	2021 р.	108	0,058 ± 0,001	0,03
	2021 р.	30	0,082 ± 0,002	0,03
	2022 р.	118	0,057 ± 0,004	0,03
	2022 р.	34	0,084 ± 0,001	0,03
Листова маса шпинату	2021 р.	122	0,054 ± 0,001	0,03
	2021 р.	37	0,077 ± 0,002	0,03
	2022 р.	98	0,066 ± 0,003	0,03
	2022 р.	30	0,080 ± 0,001	0,03

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Відомо, що рівень зволоження ґрунтів в тій чи іншій мірі впливає на живлення рослин та накопичення в них хімічних речовин. За результатами наших досліджень встановлено, що за надвисокого рівня зволоження ґрунтів (створений штучно внаслідок зрошування) спостерігалось зниження свинцю та кадмію у листовій масі досліджуваних овочевих рослин.

Так, за високого рівня зволоження ґрунтів (98 – 134 мм) за період формування вегетативної маси виявлено зниження концентрації свинцю та

кадмію у петрушці на 11,8% і 24,6%, кропу на 18,2% і 29,7% та шпинату на 17,6% і 23,5% відповідно, у порівнянні із помірним зволоженням (30 – 37 мм).

Аналізуючи коефіцієнт накопичення важких металів у листовій масі (табл. 3.24) необхідно відмітити, що за високого рівня зволоження ґрунтів спостерігався нижчий рівень накопичення важких металів, у порівнянні з помірним зволоженням.

Таблиця 3.24

Коефіцієнт накопичення свинцю у овочевій продукції, 2021-2022 рр.

Продукція	Період дослідження, рік	Свинець		
		Вміст у ґрунті, мг/кг	Вміст у листовій масі, мг/кг	Коефіцієнт накопичення
Листова маса петрушки	2021	1,77 ± 0,2	0,62 ± 0,042	0,35 ± 0,034
	2021	1,79 ± 0,31	0,77 ± 0,037	0,43 ± 0,021
	2022	1,76 ± 0,3	0,57 ± 0,041	0,32 ± 0,011
	2022	1,78 ± 0,17	0,68 ± 0,027	0,38 ± 0,041
Листова маса кропу	2021	1,74 ± 0,14	0,71 ± 0,012	0,40 ± 0,032
	2021	1,73 ± 0,20	0,84 ± 0,03	0,48 ± 0,031
	2022	1,79 ± 0,31	0,68 ± 0,04	0,40 ± 0,022
	2022	1,81 ± 0,41	0,86 ± 0,034	0,47 ± 0,031
Листова маса шпинату	2021	1,72 ± 0,31	0,64 ± 0,052	0,37 ± 0,027
	2021	1,74 ± 0,20	0,78 ± 0,047	0,45 ± 0,028
	2022	1,82 ± 0,14	0,67 ± 0,031	0,37 ± 0,027
	2022	1,84 ± 0,14	0,81 ± 0,03	0,44 ± 0,017

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За високого рівня зволоження ґрунтів коефіцієнт накопичення свинцю та кадмію, одержаних за другий рік досліджень, був нижчим у листовій масі петрушки на 17,5% і 22,9%; у листовій масі кропу на 14,9% і 34,4% та у

листовій масі шпинату на 15,9% і 16,1%, у порівнянні з низьким рівнем зволоження.

Таблиця 3.25

Коефіцієнт накопичення кадмію у овочевій продукції, 2021-2022 рр.

Продукція	Період дослідження рік	Кадмій		
		Вміст у ґрунті, мг/кг	Вміст у листовій масі, мг/кг	Коефіцієнт Накопичення
Листова маса петрушки	2021	0,09 ±0,004	0,053 ± 0,002	0,58 ± 0,047
	2021	0,08 ±0,003	0,071 ±0,003	0,88 ± 0,053
	2022	0,09 ±0,001	0,051 ±0,004	0,56 ± 0,07
	2022	0,11 ±0,004	0,067 ±0,004	0,61 ± 0,037
Листова маса кропу	2021	0,011±0,001	0,058 ±0,001	0,52 ± 0,07
	2021	0,10 ±0,002	0,082 ±0,002	0,82 ± 0,08
	2022	0,09 ±0,004	0,057±0,004	0,63 ± 0,07
	2022	0,09 ±0,004	0,084 ±0,001	0,93 ± 0,005
Листова маса шпинату	2021	0,11 ±0,003	0,054 ±0,001	0,49 ± 0,04
	2021	0,12 ±0,003	0,077 ±0,002	0,64 ± 0,03
	2022	0,10 ±0,004	0,066 ±0,003	0,66 ± 0,06
	2022	0,11 ±0,002	0,080 ±0,001	0,61 ± 0,037

Джерело: сформовано на основі власних досліджень [5]

За результатами проведених досліджень (див. табл. 3.24 та табл. 3.25) встановлено, що при вирощуванні петрушки, кропу та шпинату на ґрунтах зі вмістом свинцю (1,72 – 1,8 мг/кг), а кадмію (0,053 – 0,084 мг/кг) відмічено перевищення порогу коефіцієнту небезпеки (1,0) у листовій масі цих рослин. Так, коефіцієнт небезпеки свинцю за високого рівня зволоження ґрунтів у листовій масі петрушки був вищим за пороговий рівень у 1,19 раза і 1,45 раза; у листовій масі кропу в 1,39 раза і 1,7 раза, у листовій масі шпинату в 1,3 раза і 1,59 раза. Подібна тенденція перевищення порогового рівня коефіцієнту небезпеки спостерігалась і по кадмію [5].

Таблиця 3.26

Коефіцієнт небезпеки свинцю у овочевій продукції, 2021-2022 рр.

Продукція	Період дослідження, рік	Свинець		
		Фактична концентрація	ГДК	Коефіцієнт небезпеки
Листова маса петрушки	2021	0,62 ± 0,042	0,5	1,24 ± 0,43
	2022	0,077 ± 0,037	0,5	1,54 ± 0,11
	2021	0,57 ± 0,041	0,5	1,14 ± 0,49
	2022	0,68 ± 0,027	0,5	1,36 ± 0,73
Листова маса кропу	2021	0,71 ± 0,012	0,5	1,42 ± 0,67
	2022	0,84 ± 0,03	0,5	1,68 ± 0,54
	2021	0,68 ± 0,04	0,5	1,36 ± 0,42
	2022	0,86 ± 0,034	0,5	1,72 ± 0,44
Листова маса шпинату	2021	0,64 ± 0,052	0,5	1,28 ± 0,65
	2022	0,78 ± 0,047	0,5	1,56 ± 0,81
	2021	0,67 ± 0,031	0,5	1,34 ± 0,47
	2022	0,81 ± 0,030	0,5	1,62 ± 0,47

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Аналізуючи дані (табл. 3.26 та табл. 3.27) виявлено також зміни і по коефіцієнту небезпеки свинцю і кадмію у листовій масі петрушки, кропу, шпинату в залежності від високого та помірного рівня зволоження ґрунті.

Так, за високого рівня зволоження ґрунтів коефіцієнт небезпеки свинцю і кадмію був нижчим відповідно на 17,9% і 24,4% у петрушці, на 18,2% і 30% у кропі та 17,6% і 3,1% у шпинаті, у порівнянні з низьким зволоженням ґрунтів.

Узагальнюючи одержані результати досліджень необхідно відмітити, що при аномально високих нормах опадів (98 мм – 122 мм) вміст свинцю і

кадмію в листовій масі петрушки, кропу та шпинату був нижчий порівняно з помірним зволоженням ґрунтів (30 мм – 37 мм).

Таблиця 3.27

Коефіцієнт небезпеки кадмію у овочевій продукції, (2021-2022 рр.)

Продукція	Період дослідження, рік	Кадмій		
		Фактична концентрація	ГДК	Коефіцієнт небезпеки
Листова маса петрушки	2021	0,053 ± 0,02	0,03	1,76 ± 0,09
	2022	0,071 ± 0,003	0,03	2,36 ± 0,82
	2021	0,051 ± 0,004	0,03	1,70 ± 0,31
	2022	0,067 ± 0,001	0,03	2,23 ± 0,49
Листова маса кропу	2021	0,058 ± 0,001	0,03	1,93 ± 0,68
	2022	0,082 ± 0,002	0,03	2,73 ± 0,87
	2021	0,057 ± 0,004	0,03	1,90 ± 0,49
	2022	0,084 ± 0,001	0,03	2,80 ± 0,76
Листова маса шпинату	2021	0,054 ± 0,001	0,03	2,80 ± 0,09
	2022	0,077 ± 0,002	0,03	2,56 ± 0,42
	2021	0,066 ± 0,003	0,03	2,2 ± 0,74
	2022	0,080 ± 0,001	0,03	2,6 ± 0,52

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

3.5. Урожайність та інтенсивність накопичення важких металів і мікроелементів овочами за різного мінерального удобрення.

Аналіз літературних першоджерел свідчить про постійне зростання техногенного впливу на навколишнє середовище. Особливо небезпечним є забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь важкими металами. Виявлено, що високе надходження важких металів спостерігається з

мінеральними добривами, які є основним джерелом відновлення у ґрунтах основних елементів живлення рослин зокрема азоту, фосфору та калію.

Серед всіх видів удобрення ґрунтів використання мінеральних добрив досягає 98%. Водночас необхідно відмітити зростаючий вплив надходження в ґрунти свинцю, кадмію, цинку та міді за рахунок збільшення обсягів використання мінеральних добрив в зв'язку з високим рівнем внесення основних елементів живлення за вирощування соняшнику, кукурудзи та озимої пшениці. Встановлено, що з кожним кілограмом аміачної селітри в ґрунт потрапляє в середньому свинцю – до 2 мг., кадмію – до 4 мг., з суперфосфатом простим (свинець – 4,4 мг., кадмій – 0,8 мг.) та калієм хлористим (свинець – 3,0 мг., кадмій – 0,8 мг.).

Результати досліджень (табл. 3.28) урожайність овочів за різного удобрення показали, що за удобрення часнику та цибулі аміачною селітрою – 60 кг/га мінерального азоту, суперфосфатом простим – 60 кг/га мінерального фосфору, калієм хлористим – 90 кг/га мінерального калію та комплексним удобренням $N_{60}P_{60}K_{90}$ сприяло підвищенню врожайності часнику на 6,0%, 2,4%, 8,3% та 16,6%, і цибулі на 11,7%, 2,2%, 2,9% та 27,1% відповідно.

Таблиця 3.28

Урожайність овочів за різного удобрення ґрунтів, т/га, (2022-2023 рр.)

Мінеральні добрива	Культури			
	Часник		Цибуля	
	Норми внесення мін. речовин, кг/га	Урожайність, т/га	Норми внесення добрив, кг/га	Урожайність, т/га
Без удобрення	-	8,4	-	27,3
Аміачна селітра, N	60	8,9	60	30,5
Калій хлористий, K	90	9,1	90	28,1
$N_{60} P_{60} K_{90}$	60,60,90	9,8	60,60,90	34,7
Суперфосфат простий, P	60	8,6	60	27,9

$НІР_{0,5}$ т/га: для часнику – 0,199; для цибулі – 0,339.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Аналіз результатів досліджень (табл. 3.29) показав, що удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, суперфосфатом простим сприяло підвищенню вмісту у часнику кадмію на 33,3% відповідно за кожного удобрення.

Таблиця 3.29

Інтенсивність накопичення важких металів та мікроелементів у часнику за різного мінерального удобрення, мг/кг, (2022-2023 рр.)

Мінеральні Добрива	Норми внесення мін. речовин, кг/га	Кадмій		Цинк		Мідь	
		Фактична концентрація	ГДК	Фактична концентрація	ГДК	Фактична концентрація	ГДК
Без удобрення	-	0,03	0,03	4,52	10	1,43	5,0
Аміачна селітра, N	60	0,04	0,03	4,75	10	1,50	5,0
Суперфосфат простий, P	60	0,04	0,03	4,11	10	1,30	5,0
Калій хлористий, K	90	0,04	0,03	4,68	10	1,58	5,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	60,60,90	0,04	0,03	4,03	10	1,33	5,0

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Вміст цинку у часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою та калієм хлористим підвищився на 5% і 3,5% відповідно, а за комплексного добрива N₆₀P₆₀K₉₀ та суперфосфатом простим навпаки знизився на 10,8% і 9,0% відповідно. Удобрення ґрунтів аміачною селітрою і калієм хлористим сприяло підвищенню вмісту міді у часнику на 4,8% і 10,4% відповідно, тоді як за удобрення комплексним добривом N₆₀P₆₀K₉₀ та суперфосфатом простим навпаки знижувався на 7,0% і 9,0% відповідно.

Водночас, необхідно відмітити, що вміст кадмію у часнику був вищим за гранично допустимі концентрації на 33,3% за удобрення ґрунтів аміачною

селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$, суперфосфатом простим. Вміст цинку та міді у часнику за удобрення ґрунтів був нижчий за гранично допустимі концентрації. Зокрема вміст цинку і міді в часнику був нижчим за гранично допустимі рівні відповідно за удобрення ґрунтів аміачною селітрою у 2,2 раза і 3,5 раза, калієм хлористим у 2,1 раза і 3,1 раза, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ у 2,5 раза і 3,7 раза та суперфосфатом простим у 2,4 раза і 3,5 раза.

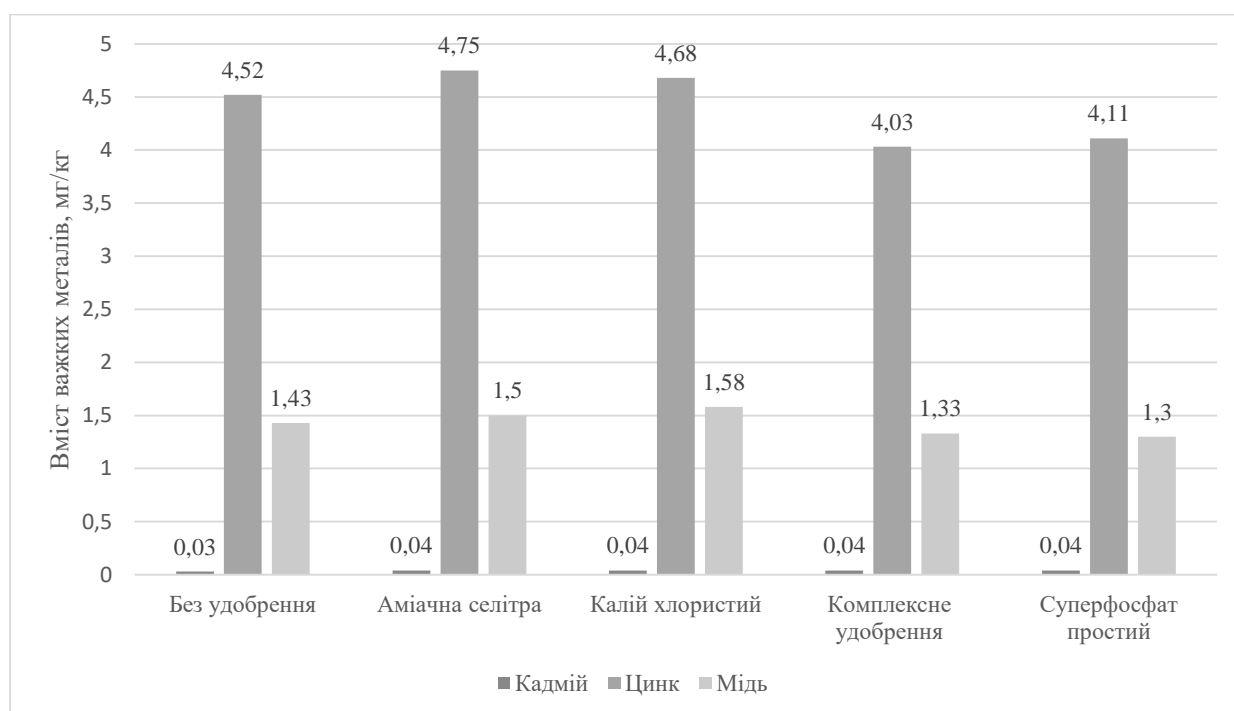


Рисунок 3.11. – Порівняльна оцінка вмісту важких металів у головках часнику.

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень

Найнижчий вміст важких металів у головках часнику виявлено по кадмію. Зокрема, вміст кадмію в головках часнику, порівняно з цинком та міддю був нижчим у 150 раза та 47,6 раза у варіанті без удобрення, у 118 раза і 37,5 раза за удобрення аміачною селітрою, у 117 раза і 39,5 раза за удобрення калієм хлористим, у 100 і 33,2 разів за удобрення комплексного та 102 раза і 32,5 раза за удобрення суперфосфатом простим (дод. Г 4).

Характеризуючи коефіцієнт накопичення важких металів у часнику в залежності від удобрення (табл. 3.30) необхідно відмітити певні особливості.

Таблиця 3.30

Коефіцієнт накопичення важких металів і мікроелементів у часнику,
(2022-2023 рр.)

Мінеральні добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Кадмій			Цинк			Мідь		
		Вміст у ґрунті, мг/кг	Вміст у часнику мг/кг	Коеф.накопи – чення	Вміст у ґрунті мг/кг	Вміст у часнику мг/кг	Коеф. накопи – чення	Вміст у ґрунті, мг/кг	Вміст у часнику, мг/кг	Коеф. накопи – чення
Без удобрення	-	0,2	0,03	0,1	1,2	4,52	3,7	0,4	1,43	3,5
Аміачна селітра	60	0,2	0,04	0,2	1,2	4,75	3,9	0,4	1,50	3,7
Калій хлористий	90	0,2	0,04	0,2	1,2	4,68	3,9	0,4	1,58	3,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	60,60,90	0,2	0,04	0,2	1,2	4,03	3,3	0,4	1,33	3,3
Суперфосфат простий	60	0,2	0,04	0,2	1,2	4,11	3,4	0,4	1,30	3,2

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень

Зокрема, те що коефіцієнт накопичення кадмію в часнику вирощеному без удобрення був нижчим порівняно з коефіцієнтом накопичення цього ж токсиканта в аналогічній продукції за мінерального удобрення (аміачна селітра, калій хлористий, комплексне добриво N₆₀P₆₀K₉₀ та суперфосфат простий) у 2 рази.

Коефіцієнт накопичення цинку в головках часнику вирощеному без удобрення був нижчим порівняно за удобрення аміачною селітрою та калієм хлористим по 1,05 раза та вищим ніж за удобрення комплексним добривом N₆₀P₆₀K₉₀ та суперфосфатом простим у 0,8 та 0,9 разів відповідно.

Щодо коефіцієнту накопичення міді, слід відмітити що, коефіцієнт накопичення даного елемента у головках часнику вирощеного без удобрення був нижчим ніж за удобрення аміачною селітрою та калієм хлористим у 1,05 раза та 1,1 раза відповідно. За удобрення комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим вміст у головках часнику міді був вищим у 0,94 раза та 0,91 раза, порівняно з варіантом без удобрення.

Результати досліджень з вивчення коефіцієнту небезпеки важких металів у часнику (табл.3.31) показали певний вплив мінерального удобрення на ґрунти. Зокрема удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$, суперфосфатом простим коефіцієнт небезпеки кадмію підвищився на 33,3%.

Таблиця 3.31

Коефіцієнт небезпеки важких металів і мікроелементів у часнику,
(2022-2023 рр.)

Мінеральні добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Кадмій			Цинк			Мідь		
		Вміст у часнику, мг/кг	ГДК	Коеф. небезпеки	Вміст у часнику, мг/кг	ГДК	Коеф. Небезпеки	Вміст у часнику, мг/кг	ГДК	Коеф. Небезпеки
Без удобрення	-	0,03	0,03	1,0	4,52	10	0,45	1,43	5	0,28
Аміачна селітра	60	0,04	0,03	1,33	4,75	10	0,47	1,50	5	0,30
Калій хлористий	90	0,04	0,03	1,33	4,68	10	0,46	1,58	5	0,31
$N_{60} P_{60} K_{90}$	60,60,90	0,04	0,03	1,33	4,03	10	0,40	1,33	5	0,26
Суперфосфат простий	60	0,04	0,03	1,33	4,11	10	0,41	1,30	5	0,26

Джерело: сформовано автором на основі власних досліджень

Виявлено перевищення граничного показника коефіцієнту небезпеки 1,0 по кадмію на 33,3% за удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$, суперфосфатом простим.

Коефіцієнт небезпеки цинку і міді у часнику за мінерального удобрення не перевищував граничний показник 1,0. Так, за удобрення ґрунтів аміачною селітрою коефіцієнт небезпеки цинку і міді у часнику був нижчим за гранично допустимий показник 1,0 у 1,5 раза і 3,3 раза, калієм хлористим у 2,1 раза і 3,2 раза, комплексним добривом у 2,5 раза і 3,8 раза та суперфосфатом простим у 2,4 раза і 3,8 раза.

Коефіцієнт небезпеки цинку та міді у часнику був вищим відповідно на 4,4% і 7,1%, за удобрення ґрунтів аміачною селітрою та на 2,2% і 10,7%, за удобрення калієм хлористим, порівняно з варіантом без удобрення.

За удобрення ґрунтів комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ коефіцієнт небезпеки цинку і міді у часнику був нижчим відповідно на 11% і 7,1%, та суперфосфатом простим на 8,8% і 7,1%, порівняно з варіантом без удобрення.

За результатом досліджень виявлено вищий вміст кадмію у часнику сорту Любаша за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}), калієм хлористим (K_{90}), комплексним добривом ($N_{60}P_{60}K_{90}$), суперфосфатом простим (P_{60}), порівняно з ГДК, тоді як по цинку і міді навпаки даний показник був нижчим.

Удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}) та калієм хлористим (K_{90}), комплексним добривом ($N_{60}P_{60}K_{90}$) та суперфосфатом сприяло підвищенню накопичення у часнику цинку і міді порівняно з варіантом без удобрення.

Результати досліджень (табл. 3.32) показали, що удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, суперфосфатом простим та за комплексного удобрення підвищили вміст у цибулі цинку на 1,1%, 7,0%, 3,5% та 7,0% відповідно порівняно з варіантом без удобрення.

Таблиця 3.32

Інтенсивність накопичення мікроелементів у цибулі за різного мінерального удобрення, мг/кг, (2022-2023 рр.)

Мінеральні добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Цинк		Мідь	
		Фактична концентрація	ГДК	Фактична Концентрація	ГДК
Без удобрення	-	1,70±0,23	10	0,40±0,031	5,0
Аміачна селітра	60	1,72±0,37	10	0,36±0,027	5,0
Калій хлористий	90	1,82±0,21	10	0,44±0,011	5,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	60,60,90	1,76±0,12	10	0,45±0,022	5,0
Суперфосфат простий	60	1,82±0,32	10	0,47±0,017	5,0

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Що ж стосується міді, зокрема за удобрення ґрунту аміачною селітрою, вміст міді знижувався на 26,5%, а калієм хлористим, суперфосфатом простим та комплексним добривом N₆₀P₆₀K₉₀ вміст міді у цибулі був вищий на 10 %, 12,5%, 17,5% відповідно порівняно з варіантом без удобрення.

Водночас виявлено, що вміст цинку і міді у цибулі був нижчий за ГДК за удобрення аміачною селітрою у 5,8 рази і 10,2 рази, калієм хлористим у 5,8 рази і 13,8 рази, за комплексного удобрення N₆₀P₆₀K₉₀ у 5,6 рази і 11,1 разів, та суперфосфатом простим у 5,5 рази і 10,6 рази відповідно (дод. Г 5).

Характеризуючи коефіцієнт накопичення важких металів у цибулі в залежності від удобрення ґрунтів (табл. 3.33) необхідно відмітити, що даний показник був нижчим у варіанті без удобрення порівняно з удобренням аміачною селітрою та калієм хлористим у 1,01 рази та 1,07 рази відповідно та вищим за комплексного удобрення (N₆₀P₆₀K₉₀) у 0,97 рази та суперфосфатом простим у 0,95 разів.

Щодо коефіцієнту накопичення міді, (табл. 3.33) слід відмітити що, цей показник у варіанті без удобрення був вищим порівняно за удобрення аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим у 0,73 раза, 0,90 раза, 0,50 раза та 0,95 раза відповідно.

Таблиця 3.33

Коефіцієнт накопичення важких металів і мікроелементів у цибулі,
(2022-2023 рр.)

Мінеральні добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Цинк			Мідь		
		Вміст у ґрунті, мг/кг	Вміст у цибулі, мг/кг	Коеф. накопичення	Вміст у ґрунті, мг/кг	Вміст у цибулі, мг/кг	Коеф. накопичення
Без удобрення	-	1,2	1,70	1,41	0,4	0,40	1
Аміачна селітра	60	1,2	1,72	1,43	0,4	0,36	0,9
Калій хлористий	90	1,2	1,82	1,52	0,4	0,44	1,1
$N_{60} P_{60} K_{90}$	60,60,90	1,2	1,76	1,46	0,4	0,45	1,12
Суперфосфат простий	60	1,2	1,82	1,51	0,4	0,47	1,17

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Коефіцієнт небезпеки цинку і міді у цибулі (таб. 3.34) не перевищував граничний показник 1,0, він був нижчий за удобрення ґрунтів аміачною селітрою у 5,8 раза і 13,8 раза, калієм хлористим у 5,5 раза і 11,6 раза, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ у 6,0 раза і 20 разів та суперфосфатом простим у 6,1 раза і 10,6 раза відповідно.

Коефіцієнт небезпеки цинку у цибулі був вищим за удобренням ґрунтів аміачною селітрою та калієм хлористим, а за комплексного добрива $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфату простого навпаки нижчий порівняно з аналогічною продукцією отриманою в контрольному варіанті. Коефіцієнт небезпеки міді у

цибулі був нижчим у всіх варіантах удобрення ґрунтів порівняно з варіантом без удобрення.

Таблиця 3.34

Коефіцієнт небезпеки мікроелементів у цибулі за різного мінерального підживлення, (2022-2023 рр.)

Мінеральні Добрива	Норми внесення добрив, кг/га	Цинк			Мідь		
		Вміст у цибулі, мг/кг	ГДК	Коефіцієнт небезпеки	Вміст у цибулі, мг/кг	ГДК	Коефіцієнт небезпеки
Без удобрення	-	1,70±0,23	10	0,17	0,49±0,031	5	0,098
Аміачна селітра	60	1,72±0,37	10	0,172	0,36±0,027	5	0,072
Калій хлористий	90	1,82±0,21	10	0,182	0,44±0,011	5	0,088
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	60,60,90	1,66±0,12	10	0,166	0,25±0,022	5	0,05
Суперфосфат простий	60	1,62±0,32	10	0,162	0,47±0,017	5	0,094

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

3.6. Економічна ефективність вирощування овочів

Економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур втім числі і овочів є важливою складовою у прогнозованому аграрному виробництві. Важливим показником екологічної ефективності вирощування овочів є попит на дану продукцію, тобто ринок збуту та вартість виробленої продукції. Аналіз виробництва овочів в умовах Лісостепу Правобережного показує, що переважна кількість реалізується на внутрішньому ринку і лише незначна кількість на зовнішньому ринку. Ціни на продукцію овочівництва в значній мірі залежать від витрат на виробництво та період реалізації.

Розрахунок економічної ефективності вирощування овочів за цінами 2022 р. різних умов, як природних так і антропогенних, проводили за загально

прийнятими методами які включали: ціни продукції на період вирощування, урожайність, витрати на виробництво, прибуток та рівень рентабельності.

Результати економічної ефективності вирощування часнику і цибулі (табл. 3,35) показали, що за осіннього посіву рівень рентабельності часнику сорту Любаша був вищим на 11 в.п., а цибулі сорту Радар на 30,3 в.п. порівняно з весняним висівом та вирощуванням.

Таблиця 3.35

Економічна ефективність вирощування овочів за різного періоду їх росту (розрахунок на 1 га), (2022-2023рр.)

Показники	Осінній посів		Весняний посів	
	Часник	Цибуля	Часник	Цибуля
Урожайність, т/га	10	25	7,0	20,0
Реалізаційна ціна, грн 2022 р.	85	8,0	85	8,0
Валовий дохід, грн	850000	250000	595000	160000
Виробничі витрати, грн.	664400	141000	461370	109000
Прибуток, грн.	265600	109000	133630	510000
Рівень рентабельності,%	39,9	77,0	28,9	46,7

Аналіз економічної ефективності вирощування часнику за мінерального удобрення ґрунтів (табл. 3.36) показав, що за внесення в ґрунт аміачної селітри

– 60 кг/га, суперфосфату простого – 60 кг/га, калію хлористого – 90 кг/га і комплексного удобрення $N_{60}P_{60}K_{90}$ сприяло підвищенню рівня його рентабельності вирощування на 6,9 в.п., 1,5 в.п., 6,8 в.п. і 13,8 в.п.

Таблиця 3.36

Економічна ефективність вирощування часнику
за різного мінерального удобрення,
(2022-2023 рр.)

Удобрення	Урожайність, т/га	Реалізаційна ціна грн/кг	Валовий дохід, грн/кг	Виробничі витрати, грн	Прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Без удобрення	8,4	85	714000	537000	177000	32,9
Аміачна селітра N_{60}	8,9	85	756500	541000	2155000	39,8
Суперфосфат простий P_{60}	8,6	85	71300	530400	182600	34,4
Калій хлористий K_{90}	9,1	85	773500	553300	220200	39,7
$N_{60} P_{60} K_{90}$	9,8	85	833000	567800	265200	46,7

Тобто найвищий рівень рентабельності виробництва часнику спостерігався за комплексного удобрення $N_{60}P_{60}K_{90}$.

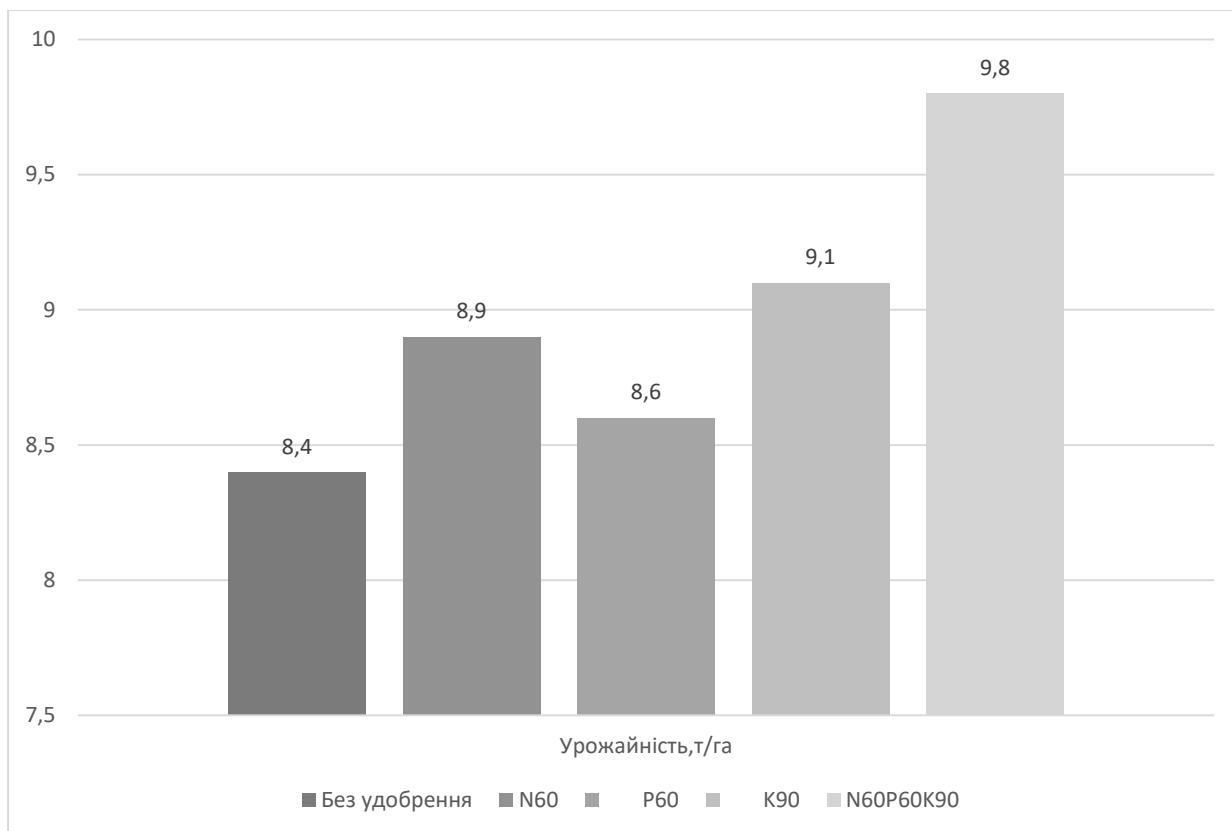


Рисунок 3.7. – Урожайність часнику за використання мінеральних добрив, т/га
 $НІР_{0,5}$ т/га: для часнику – 0,199

Аналізуючи дослідження урожайності часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N_{60}), суперфосфатом простим (P_{60}), калієм хлористим (K_{90}), комплексним удобренням ($N_{60}P_{60}K_{90}$) (рис. 3.7) з'ясували, що найвищу урожайність часнику спостерігали у варіанті за комплексного удобрення ґрунтів ($N_{60}P_{60}K_{90}$), а найнижчу врожайність, у варіанті без удобрення (дод. Д 8).

Щодо аналізу економічної ефективності вирощування цибулі за мінерального удобрення ґрунтів (табл. 3.37) показав, що за внесення в ґрунт аміачної селітри – 60 кг/га, суперфосфату простого – 60 кг/га, калію хлористого – 90 кг/га і комплексного удобрення $N_{60}P_{60}K_{90}$ сприяло підвищенню рівня рентабельності вирощування цибулі на 4,9 в.п., 3,2 в.п., 5,3 в.п. та 14,9 в.п. відповідно. Тобто найвищий рівень рентабельності виробництва цибулі спостерігався за комплексного удобрення $N_{60}P_{60}K_{90}$.

Таблиця 3.7

Економічна ефективність вирощування цибулі за різного мінерального
удобрення, (2022-2023 рр.)

Удобрення	Урожайність, т/га	Реалізаційна ціна, грн/кг	Валовий дохід, грн/кг	Виробничі витрати, грн	Прибуток Грн	Рівень рента - бельності, %
Без удобрення	27,3	8,0	218400	160037	58363	36,4
N ₆₀	30,5	8,0	244000	173040	71560	41,3
P ₆₀	27,9	8,0	223200	159874	63326	39,6
K ₉₀	28,1	8,0	224800	158605	66195	41,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	34,7	8,0	277600	183456	94144	51,3

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Дослідження урожайності цибулі за удобрення ґрунтів аміачною селітрою (N₆₀), суперфосфатом простим (P₆₀), калієм хлористим (K₉₀), комплексним удобренням (N₆₀P₆₀K₉₀) (рис. 3.8) з'ясували, що найвищу урожайність цибулі спостерігали у варіанті за комплексного удобрення ґрунтів (N₆₀P₆₀K₉₀), а найнижчу врожайність у варіанті без удобрення (дод. Д 9).

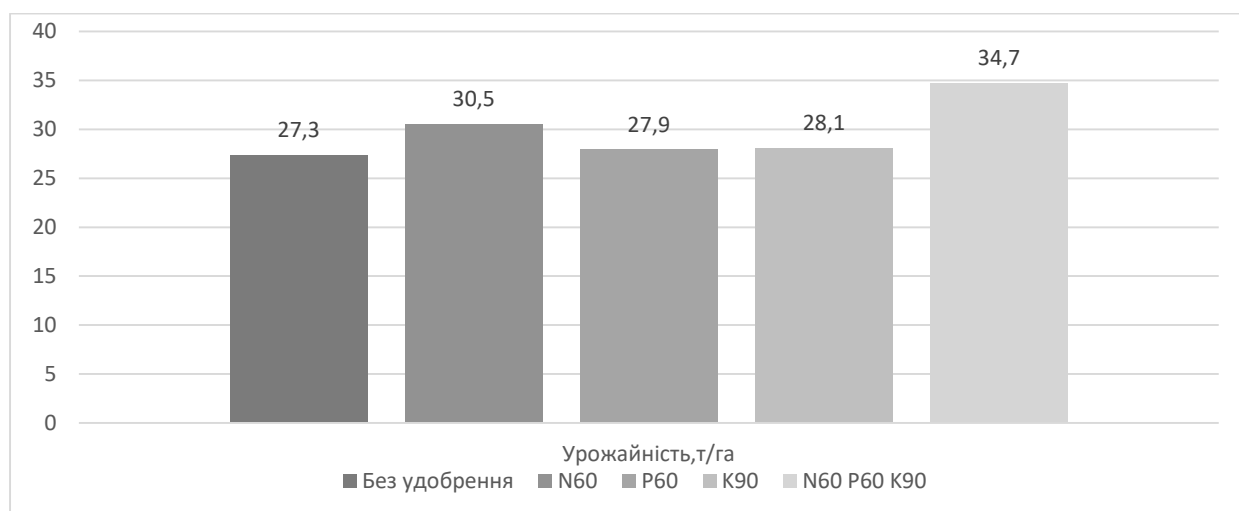


Рис. 3.8. – Урожайність цибулі за використання мінеральних добрив,
т/га

НІР_{0,5} т/га: для цибулі – 0,339

Висновки до розділу 3:

1. У результаті проведених досліджень встановлено, що на сірих лісових ґрунтах вміст кадмію, цинку та міді в головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки, вирощених в умовах сірих лісових ґрунтів на дослідних територіях Вінниччини, не перевищував максимально допустимих рівнів ДСТУ – 32 3395, ДСТУ – 7035:209 та ДСТУ – 341 – 91 як осіннього, так і весняного їх висіву.

2. Встановлено, що за вирощування петрушки, кропу та шпинату на сірих лісових ґрунтах спостерігалось перевищення ГДК свинцю і кадмію у листовій масі, як за помірною, так і високою рівня зволоження ґрунтів.

3. Результати досліджень урожайності овочів за різного мінерального удобрення показали, що за удобрення часнику та цибулі аміачною селітрою – 60 кг/га, суперфосфатом простим – 60 кг/га, калієм хлористим – 90 кг/га та комплексним удобренням $N_{60}P_{60}K_{90}$ спостерігалось підвищення врожайності часнику і цибулі.

4. Вміст цинку у часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою та калієм хлористим підвищився, а за комплексного добрива $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим навпаки знизився. Удобрення ґрунтів аміачною селітрою і калієм хлористим сприяло підвищенню вмісту міді у часнику, тоді як за удобрення комплексного добрива $N_{60}P_{60}K_{90}$ та лише суперфосфатом простим навпаки зниження.

5. За удобрення ґрунтів аміачною селітрою та калієм хлористим вміст у цибулі цинку підвищився. За удобрення ґрунтів комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим вміст цинку у цибулі навпаки був нижчим.

6. Що ж стосується міді, зокрема за удобрення ґрунту аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим вміст міді у цибулі був нижчий відповідно порівняно з варіантом без удобрення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ДО РОЗДІЛУ 3:

1. Кернасюк Ю. Ефективне овочівництво в Україні. Агробізнес сьогодні. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichni-hektar/item/13931-efektyvne-ovochivnytstvo-v-ukraini.html> (дата звернення 20.09.2021).
2. Разанов С.Ф., Вдовенко С.А., Піддубна А.М. Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування. *Агробіологія*. 2022. № 1 (171). С. 108–114.
3. Razanov S., Piddubna A., Gucol G., Symochko L., Kovalova S., Bakhmat M., Bakhmat O. Estimation of heavy metals accumulation by vegetables in agroecosystems as one of the main aspects in food security. *International journal of ecosystems and ecology science (IJEES)*. 2022. Vol. 12 (3). P. 159-164. DOI: <https://doi.org/10.31407/ijeess12.320>.
4. Dydiv A., Piddubna A., Gucol G., Vradii O., Zhylishchych Y., Titarenko O., Kerek S. Accumulation of Lead and Cadmium by Vegetables at Different Levels of Gray Forest Soil Moistening in the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24. № 10. P. 198-204. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/170291>.
5. Піддубна А.М. Інтенсивність накопичення важких металів редискою та салатом вирощених на закритих ґрунтах в умовах Лісостепу Правобережного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. №6 (29). С. 192-202. DOI: [10.37128/2707-5826-2023-2-17](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-2-17).
6. ДСТУ 6010:2008 Петрушка молода свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2010.
7. ДСТУ 7035:2009. Морква свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2010.
8. ДСТУ 6009:2008 Редиска свіжа. Технічні умови. [Чинний від 2010-01-01]. Київ: Держстандарт України, 2010.

9. ДСТУ 8107:2015 Салат свіжий. Технічні умови. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: Держстандарт України. 2017.
10. ДСТУ 3233-95 Часник свіжий. Технічні умови. [Чинний від 1996-07-01]. Київ: Держстандарт України. 1996. 24 с.
11. ДСТУ ISO5667-2:2003 Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб. [Чинний від 01.07.2004]. Київ: Держспоживстандарт України. 2003. 14 с.

ВИСНОВКИ

На основі проведених комплексних досліджень вивчено урожайність овочевих культур та інтенсивність накопичення в їх продукції важких металів за різного рівня зволоження ґрунту, мінерального його удобрення та періоду і тривалості вегетації в сучасних природньо кліматичних умовах Лісостепу Правобережного.

1. Моніторинг вмісту важких металів у овочах відібраних за різних умов вирощування показав, що найвищий вміст свинцю та кадмію виявлено у харчовому горосі вирощеному як в умовах агроселіптебних зон, так і в умовах польової сівозміни. Зокрема вміст свинцю і кадмію був нижчим у кабачках у 3,1 рази і 1,5 рази та огірках у 2,6 рази та 2,0 рази відповідно, у моркві у 5,1 рази і 10 разів та цибулі у 3,4 рази і 2,0 рази порівняно з горохом харчовим вирощеним в умовах агроселіптебних зон.

2. У вирощеному горосі харчовому, кабачках, огірках, моркві та цибулі в умовах польової сівозміни вміст свинцю був нижчий за ГДК у 2,2 рази, 6,2, 3,0, 10 та 7,1 рази відповідно. Вміст кадмію у горосі харчовому вирощеному в умовах польової сівозміни був вищим за ГДК у 1,3 рази тоді як у кабачках, огірках, моркві та цибулі навпаки нижчий у 2,1 рази, 1,5, 6,4 та 1,5 рази відповідно.

3. Вміст та коефіцієнт накопичення і небезпеки кадмію в головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки за весняного строку сівби був вищим, а по цинку і міді – нижчим порівняно з аналогічними овочами осіннього висіву. Коефіцієнт небезпеки кадмію, міді та цинку в головках часнику, коренеплодах моркви та листі петрушки вирощених на дослідних територіях Вінниччини не перевищував показних 1,0, що свідчить про безпечний вміст даних важких металів у овочах.

4. Виявлено нижчий рівень концентрацій свинцю і кадмію у листовій масі петрушки на 11,8% і 24,6%, кропу – на 18,2% і 29,7%, шпинату – на

17,6% і 23,5% за надвисокого рівня зволоження ґрунтів (98-134 мм), у порівнянні з помірним (30-37 мм).

5. Вирощування редьки посівної та салату в умовах постійного техногенного впливу на ґрунти залізничного та автотранспорту на закритих ґрунтах супроводжувалося зниженням вмісту в даних овочах свинцю, кадмію та цинку у 1,5 раза і 1,5 раза, 1,05 раза і 1,8 раза та у 1,23 раза і 1,12 раза порівняно з аналогічною продукцією вирощеною в умовах відкритого ґрунту.

6. Результати досліджень урожайності овочів за різного мінерального удобрення показали, що за удобрення часнику та цибулі аміачною селітрою – 60 кг/га, суперфосфатом простим – 60 кг/га, калієм хлористим 90 кг/га та комплексним удобренням $N_{60}P_{60}K_{90}$ сприяло підвищенню врожайності часнику на 6,0%, 2,4%, 8,3% та 16,6%, і цибулі на 11,7%, 2,2%, 2,9% та 27,1% відповідно.

7. Вміст цинку у часнику за удобрення ґрунтів аміачною селітрою та калієм хлористим підвищився на 5% і 3,5% відповідно, а за комплексного добрива $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим навпаки знизився на 10,8% і 9,0% відповідно. Удобрення ґрунтів аміачною селітрою і калієм хлористим сприяло підвищенню вмісту міді у часнику на 4,8% і 10,4% відповідно, тоді як за удобрення комплексного добрива $N_{60}P_{60}K_{90}$ та лише суперфосфатом простим навпаки знижувався на 7,0% і 9,0% відповідно.

8. Вміст кадмію у часнику був вищим за гранично допустимі концентрації на 33,3% за удобрення ґрунтів аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$, суперфосфатом простим. Вміст цинку та міді у часнику за удобрення ґрунтів був нижчий за гранично допустимі концентрації. Зокрема вміст цинку і міді в часнику був нижчим за гранично допустимі рівні відповідно за удобрення ґрунтів аміачною селітрою у 2,2 раза і 3,5 раза, калієм хлористим у 2,1 раза і 3,1 раза, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ у 2,5 раза і 3,7 раза та суперфосфатом простим у 2,4 раза і 3,5 раза.

9. За удобрення ґрунтів аміачною селітрою та калієм хлористим вміст у цибулі цинку підвищився на 1,1% та 7,0% відповідно порівняно з варіантом без удобрення. За удобрення ґрунтів комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим вміст цинку у цибулі навпаки був нижчим на 2,3% і 4,7% відповідно порівняно з варіантом без удобрення. Що ж стосується міді, зокрема за удобрення ґрунту аміачною селітрою, калієм хлористим, комплексним добривом $N_{60}P_{60}K_{90}$ та суперфосфатом простим вміст міді у цибулі був нижчий на 26,5%, 10,2%, 1,9% та 4,0% відповідно порівняно з варіантом без удобрення.

10. Водночас виявлено, що вміст цинку і міді у цибулі був нижчий за ГДК за удобрення аміачною селітрою у 5,8 разів і 10,2 разів, калієм хлористим у 5,8 разів і 13,8 разів, за комплексного удобрення $N_{60}P_{60}K_{90}$ у 6,0 разів і 20 разів, та суперфосфатом простим у 6,1 разів і 10,6 разів відповідно.

Аналіз економічної ефективності вирощування часнику та цибулі за мінерального удобрення ґрунтів показав, що за внесення в ґрунт аміачної селітри – 60 кг/га, суперфосфату простого – 60 кг/га, калію хлористого – 90 кг/га і комплексного удобрення $N_{60}P_{60}K_{90}$ сприяло підвищенню рівня рентабельності вирощування часнику на 6,9 в.п., 1,5 в.п., 6,8 в.п. і 13,8 в.п., а цибулі на 4,9 в.п., 3,2 в.п., 5,3 в.п. та 14,9 в.п. відповідно. Тобто найвищий рівень рентабельності виробництва часнику і цибулі спостерігався за комплексного удобрення $N_{60}P_{60}K_{90}$.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення урожайності овочевих культур, та зниження в їх продукції важких металів в умовах техногенного навантаження на сільськогосподарські угіддя на фоні зміни клімату Лісостепу Правобережного рекомендуємо віддати перевагу:

- вирощуванню овочів (часник, цибуля, морква, петрушка) осіннього висіву (25.10 до 30.10);
- вирощуванню овочів (редиска, салат) в умовах закритого ґрунту;
- вирощуванню овочевих культур (цибуля, часник) з удобренням ґрунтів мінеральним добривами з врахуванням коефіцієнтів накопичення кадмію, цинку та міді в овочах, які складають для часнику 0,2, 3,3, 3,3 відповідно, та цибулі зокрема по цинку 1,38 і міді складає 0,62 відповідно.

ДОДАТКИ

Додаток А



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ЖИТОМИРСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 проспект Миру, 21-А, м. Житомир, 10020, тел. факс (0412) 26-28-85, 26-74-33, 26-72-16;
 E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517198

Н.10.2021 № 158-06/03.03/537 На № _____ від _____

Піддубній Антоніні Миколаївні
 м. Вінниця

На Ваше звернення від 29 вересня 2021 року надаємо результати лабораторних досліджень рослинної продукції:

Шифр зразка	Назва зразка	Важкі метали, мг/кг															
		свинець				кадмій				мідь				цинк			
Повторності		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
B1	Цибуля	0,015	0,016	0,018	0,017	0,0015	0,0016	0,0017	0,0014	0,113	0,114	0,114	0,113	0,367	0,368	0,368	0,365
B2		0,021	0,022	0,021	0,023	0,0016	0,0015	0,0014	0,0013	0,100	0,103	0,102	0,107	0,350	0,351	0,348	0,349
B3	Часник	0,104	0,102	0,106	0,101	0,0110	0,0114	0,0113	0,012	0,593	0,598	0,597	0,592	5,01	5,07	5,03	5,09
B4		0,101	0,100	0,103	0,104	0,0183	0,0185	0,0186	0,0189	0,531	0,532	0,528	0,533	4,20	4,27	4,23	4,21
B5	Морква	0,012	0,014	0,012	0,013	0,0044	0,0048	0,0047	0,0045	0,064	0,065	0,066	0,064	0,242	0,247	0,249	0,251
B6		0,011	0,010	0,012	0,014	0,0059	0,0056	0,0055	0,0063	0,054	0,053	0,052	0,052	0,172	0,177	0,174	0,172
B7	Петрушка	0,044	0,047	0,043	0,044	0,0056	0,0058	0,0057	0,0061	0,214	0,214	0,216	0,217	1,01	1,03	1,07	1,02
B8		0,038	0,039	0,040	0,037	0,0066	0,0068	0,0067	0,0069	0,136	0,139	0,137	0,137	0,75	0,79	0,81	0,72

Аналізи виконані по представлених зразках. За відбір зразків відповідальність несе замовник.

Директор філії

Р.П. Паламарчук

Зав. лабораторії

С.П. Ковальова





МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ЖИТОМИРСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 проспект Миру, 21-А, м. Житомир, 10020, тел. факс (0412) 26-28-85, 26-74-33, 26-72-16;
 E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з СДРПОУ 38517198

18.08.2022 № 158-06/03.03/32.7

На № _____ від _____

Аспіранткам Вінницького
 національного аграрного
 університету
 Піддубній Антоніні Миколаївні,
 Гусак Оксані Борисівні
 м. Вінниця

На Ваше звернення від 10 серпня 2022 року надаємо результати лабораторних досліджень ґрунту:

Шифр зразка	Важкі метали, мг/кг															
	свинець				кадмій				цинк				мідь			
	Повторності															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1,19	1,21	1,24	1,23	0,070	0,060	0,050	0,060	0,63	0,61	0,59	0,64	0,31	0,32	0,34	0,32
2	1,28	1,27	1,26	1,27	0,066	0,067	0,066	0,068	0,65	0,64	0,63	0,65	0,32	0,33	0,35	0,33
3	1,28	1,27	1,25	1,28	0,068	0,067	0,065	0,068	0,64	0,63	0,65	0,64	0,32	0,33	0,34	0,32

Аналізи виконані по представлених зразках. За відбір зразків відповідальність несе замовник.

Т. в. о. директора філії
 Зав. лабораторії



Тетяна КОЗЛИК
 Олена ІЛЬНИЦЬКА



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ЖИТОМИРСЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»

проспект Миру, 21-А, м. Житомир, 10020, тел. факс (0412) 26-28-85, 26-74-33, 26-72-16;
 E-mail: zhytomyr@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з СДРПІОУ 38517198

22.07.2022 № 158-06/03-03/292

На № _____ від _____

Аспірантці Вінницького Національного
 аграрного університету
 Піддубній Антоніні Миколаївні
 м. Вінниця

На Ваше звернення від 8 липня 2022 року надаємо результати лабораторних досліджень рослинної продукції:

Шифр зразка	Вологість	Назва зразка	Важкі метали, мг/кг															
			свинець				кадмій				цинк				мідь			
Повторності			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
V1	87,3	Редька	0,04	0,03	0,04	0,03	0,21	0,19	0,24	0,20	6,32	6,33	6,34	6,30	1,48	1,47	1,49	1,45
V2	86,9		0,02	0,03	0,02	0,03	0,19	0,20	0,23	0,21	5,13	5,11	5,09	5,12	1,19	1,22	1,21	1,24
V3	93,5	Салат	0,48	0,49	0,50	0,47	0,11	0,13	0,10	0,12	8,20	8,21	8,19	8,22	5,90	5,88	5,89	5,87
V4	94,3		0,30	0,31	0,33	0,32	0,07	0,06	0,05	0,08	7,32	7,30	7,31	7,29	9,32	9,33	9,31	9,34

Аналізи виконані по представлених зразках. За відбір зразків відповідальність несе замовник.

Директор філії
 Зав. лабораторії



Тетяна КОЗЛИК

Олена ІЛЬНИЦЬКА

Додаток Б


 Директор ТОВ «Агро-Еталон»
 Василь ЧЕРНІЙ
 « 11 » _____ 2023 р.

АКТ

впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Даним актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи аспірантки спеціальності 201 Агрономія кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету Піддубної Антоніни Миколаївни за темою: «Якість овочевої продукції за інтенсивного землеробства в умовах зміни клімату Лісостепу правобережного» впроваджено у ТОВ «Агро-Еталон» при вирощуванні моркви у 2021-2023 роках.

1. Вид впровадження: агроекологічні заходи щодо оптимізації виробництва продукції овочівництва в умовах деградації ґрунтів внаслідок інтенсифікації галузі рослинництва на фоні змін кліматичних факторів.

2. Характеристика масштабів впровадження: вплив тривалості вегетаційного періоду сортової приналежності, обробітку ґрунту, способів підживлень та боротьби з бур'янами і шкідниками на якість овочевої продукції та рівень накопичення в ній Pl , Cd , Zn та Cu були проведені на площі 1,5 га.


3. Новизна науково-дослідної роботи: вперше проведено оцінку якості овочевої продукції та її врожайності залежно від періоду вирощування в зоні інтенсивного землеробства, а також оптимізовано технологічні операції вирощування з врахуванням накопичення в ній важких металів.

4. Економічний ефект. Оптимізація вирощування моркви в умовах інтенсифікації галузі рослинництва на фоні змін кліматичних факторів забезпечила підвищення врожайності моркви на 12,7 %, що у грошовому виразі збільшить дохід на 8340 грн із кожного гектара.

5. Соціальний і науково-технічний ефект: підвищення продуктивності моркви та покращення його якості за рахунок оптимізації виробництва продукції овочівництва.


Вінницький національний аграрний університет

д.с.-г. наук, професор кафедри екології та охорони навколишнього середовища

 Сергій РАЗАНОВ

« 11 » _____ 2023 р.


Відповідальна за впровадження аспірантка кафедри екології та охорони навколишнього середовища

 Антоніна ПІДДУБНА

« 11 » _____ 2023 р.

ТОВ «Агро-Еталон»

Головний агроном

 Леонід СЕМЕНЮК

« 11 » _____ 2023 р.

Овочівник

 Сергій ДЖИГА

« 11 » _____ 2023 р.

Додаток Б 1

Директор ФГ «Дзялів»

В'ячеслав ШЕРШУН

« 24 » _____ 2023 р.



АКТ

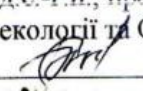
впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

Даним актом стверджується, що результати науково-дослідної роботи аспірантки спеціальності 201 Агрономія кафедри екології та охорони навколишнього середовища Вінницького національного аграрного університету **Піддубної Антоніни Миколаївни** за темою: «Якість овочевої продукції за інтенсивного землеробства в умовах зміни клімату Лісостепу правобережного» впроваджено у ФГ «Дзялів» с. Кам'яногірка, Жмеринський район, Вінницька область при вирощуванні цибулі.

1. **Термін впровадження:** 2022-2023 рр.
2. **Вид впровадження:** агроекологічні заходи щодо оптимізації виробництва продукції овочівництва в умовах інтенсифікації галузі рослинництва на фоні змін клімату.
3. **Характеристика масштабів впровадження:** впроваджено у господарстві ФГ «Дзялів» на сірих лісових опідзолених ґрунтах площею ____ га.
4. **Новизна науково-дослідної роботи:** вперше проведено комплексну оцінку якості овочевої продукції одержаної в сучасних екологічних умовах в зоні інтенсивного землеробства на підставі вивчення впливу тривалості вегетаційного періоду сортової приналежності, обробітку ґрунту, способів підживлень та боротьби з бур'янами і шкідниками на рівень накопичення в цибулі Pb, Cd, Zn та Cu.
5. **Економічний ефект впровадження:** оптимізація виробництва продукції овочівництва в умовах деградації ґрунтів внаслідок інтенсифікації галузі рослинництва на фоні змін кліматичних факторів забезпечила підвищення якості цибулі на __%, що у грошовому виразі збільшить дохід на ____ грн із кожного гектара.
6. **Соціальний і науково-технічний ефект:** підвищення якості цибулі за рахунок оптимізації виробництва даної продукції та зниження впливу на накопичення в ній таких токсикантів, як Pb, Cd, Zn та Cu.


Вінницький національний аграрний університет

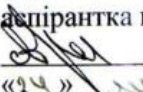
д.с.-г.н., професор кафедри екології та ОНС

 Сергій РАЗАНОВ
« 24 » _____ 2023 р.

ФГ «Дзялів»

Головний агроном

 В. ПАЛЬЧЕВСЬКИЙ
« 24 » _____ 2023 р.

Відповідальна за впровадження аспірантка кафедри екології та ОНС
 Антоніна ПІДДУБНА
« 24 » _____ 2023 р.

Додаток В

Розрахунок гідротермічних погодних умов вегетаційного періоду Вінницької області за досліджувані 2020-2023 роки

Рік	місяць	t°C		Опади	
		Сума температур подекадно	Середні місячні температури	Сума опадів подекадно та за місяць, мм	Сума опадів за вегетаційний період, мм
2020-2021	Вересень	19,4+16,7+15,8=51,9	17,3	8+0,4+38=46,4	673,4
	Жовтень	15,8+10,8+10,1=36,7	12,2	52+21+2=75	
	Листопад	6,3+2,8+1,5=10,6	3,5	15+8+4=27	
	Грудень	-2,6+0,4+1,6=-0,6	-0,2	8+14+16=38	
	Січень	1,5+-8,5+-0,5=-2,5	-0,8	30+15+18=63	
	Лютий	-4,3+-8,6+2,6=-10,3	-3,4	40+15+3=58	
	Березень	-0,3+1,3+3,4=4,4	1,4	15+24+24=63	
	Квітень	5,3+7,8+7,8=20,9	6,9	5+14+14=33	
	Травень	11,9+13,9+14,5=40,3	13,4	9+43+48=100	
	Червень	15,9+19+23=57,9	19,3	10+41+32=83	
	Липень	21,5+24,3+21,6=67,4	22,4	0+5+30=35	
	Серпень	20,8+20+17,1=57,9	19,3	19+9+24=52	
2021-2022	Вересень	13,7+15,5+9,2=38,4	12,8	0,4+5+16=21,4	373,5
	Жовтень	7,2+6,9+7,6=21,7	7,2	0+2+0=2	
	Листопад	6,8+3,4+4,1=14,3	4,7	5+4+4=9	
	Грудень	0,2+1,8+-6,4=-4,4	-1,4	17+29+13=59	
	Січень	1,8+-3,2+-2,8=-4,2	-1,4	12+6+15=33	
	Лютий	-0,1+1,7+2,9=4,5	1,5	11+1+1=13	
	Березень	-1,6+-0,9+7,8=5,3	1,7	12+0+2=14	
	Квітень	7,8+6,5+10,4=24,7	8,2	8+1+36=45	
	Травень	12,9+15,3+15,6=43,8	14,6	0,1+0,5+34=34,6	
	Червень	19,6+19,4+20,8=59,8	20	9+8+13=30	
	Липень	21,5+17,7+20,9=60,1	20	13+28+6=47	
	Серпень	19,8+20,4+22,1=62,3	20,7	14+51+0,5=65,5	
2022-2023	Вересень	14,0+12,8+11,4=38,2	12,7	14+57+12=83	559,39
	Жовтень	11,6+8,8+10,3=30,7	10,2	12+0,9+8=20,09	
	Листопад	7,9+4,0+0,3=12,2	4	2+23+37=62	
	Грудень	-1,5+-0,6+1,6=-0,5	-0,1	8+18+5=31	
	Січень	2,0+1,2+-0,4=2,0	0,9	10+3+6=19	
	Лютий	-3,1+20,+2,2=1,1	0,3	11+11+20=42	
	Березень	3,1+4,9+7,8=15,8	5,2	2+9+25=36	
	Квітень	6,1+9,4+9,9=25,4	8,4	55+30+7=92	
	Травень	11,4+16,2+18,2=45,8	15,2	3+0+0,3=3,3	
	Червень	18,5+18,8+20,5=57,8	19,2	10+43+22=75	
	Липень	21,5+21,7+20,7=63,9	21,3	36+3+25=64	
	Серпень	21,7+22,5+23,9=68,1	22,7	17+0+15=32	

Додаток В 1

Розрахунок річних гідротермічних погодних умов Вінницької області за досліджувани 2020-2023 роки

	2020		2021		2022		2023					
	t°C	опад и	t°C	опад и	t°C	опад и	t°C	опад и				
січень			1,5	-2,5	30	1,8	-1,4	12	2,0	0,9	10	
			-8,5		15	-3,2		6	1,2		3	
			-0,5		18	-2,8		15	-0,4		6	
лютий			-4,3	-3,4	40	-0,1	1,5	11	-3,1	0,3	11	
			-8,6		15	1,7		1	2,0		11	
			2,6		3	2,9		1	2,2		20	
березень			-0,3	1,4	15	-1,6	1,76	12	3,1	5,2	2	
			1,3		24	-0,9		0	4,9		9	
			3,4		24	7,8		2	7,8		25	
квітень			5,3	6,9	5	7,8	8,2	8	6,1	8,4	55	
			7,8		14	6,5		1	9,4		30	
			7,8		14	10,4		36	9,9		7	
травень			11,9	13,4	9	12,9	14,6	0,1	11,4	15,2	3	
			13,9		43	15,3		0,5	16,2		0	
			14,5		48	15,6		34	18,2		0,3	
червень			15,9	19,3	10	19,6	20	9	18,5	19,2	10	
			19,0		41	19,4		8	18,8		43	
			23		32	20,8		13	20,5		22	
липень			21,5	22,4	0	21,5	20	13	21,5	21,3	36	
			24,3		5	17,7		28	21,7		3	
			21,6		30	20,9		6	20,7		25	
серпень			20,8	19,3	19	19,8	20,7	14	21,7	22,7	17	
			20,0		9	20,4		51	22,5		0	
			17,1		24	22,1		0,5	23,9		15	
вересень	19,4	17,3	8	13,7	12,8	0,4	14,0	12,7	14	17,1	17,8	28
	16,7		0,4	15,5		5	12,8		57	17,9		3
	15,8		38	9,2		16	11,4		12	18,4		2
жовтень	15,8	12,2	52	7,2	7,2	0	11,6	10,2	12	11	11,4	3
	10,8		21	6,9		2	8,8		0,9	9,5		20
	10,1		2	7,6		0	10,3		8	13,7		11
листопад	6,3	3,5	15	6,8	4,7	5	7,9	4	2	9,9	4,4	37
	2,8		8	3,4		4	4,0		23	4,2		10
	1,5		4	4,1		4	0,3		37	-0,9		11
грудень	-2,6	-0,2	8	0,2	-1,4	17	-1,5	-0,1	8	-2,0	1	17
	0,4		14	1,8		29	-0,6		18	1,7		22
	1,6		16	-6,4		13	1,6		5	3,4		15
			8,34		582,4		9,34		479		10,7	542,3



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)
ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 вул. Мічуріна, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227
 тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;
 E-mail: yinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 24.07.2021

- 1. Найменування продукції і НД:** Овочева продукція
- 2. Замовник, адреса:** Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця
- 3. Дата проведення випробувань (початок - кінець):** 24.07.2021 р.- 05.08.2021 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Свинець, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Повторності									
V1	Петрушка	0,61	0,62	0,60	0,65	0,052	0,053	0,051	0,056
V2		0,076	0,077	0,075	0,080	0,070	0,071	0,069	0,074
V3		0,56	0,57	0,55	0,60	0,050	0,051	0,049	0,054
V4		0,67	0,68	0,66	0,71	0,066	0,067	0,065	0,070
V1	Кріп	0,70	0,71	0,68	0,74	0,057	0,058	0,056	0,061
V2		0,83	0,84	0,82	0,87	0,081	0,082	0,080	0,085
V3		0,67	0,68	0,66	0,71	0,056	0,057	0,055	0,060
V4		0,85	0,86	0,84	0,89	0,083	0,084	0,082	0,087
V1	Шпинат	0,63	0,64	0,62	0,67	0,053	0,054	0,052	0,057
V2		0,77	0,78	0,76	0,81	0,076	0,077	0,075	0,080
V3		0,66	0,67	0,65	0,7	0,065	0,066	0,064	0,069
V4		0,8	0,81	0,78	0,85	0,079	0,080	0,078	0,083

Додаткові відомості:
 -повне або часткове передрукування без дозволу забороняється;
 -зразок відібраний та наданий замовником;
 -стосується тільки зразку, підданого випробуванню



Відповідальний за формування протоколу
 Лабораторних випробувань

Виконавці

[Signature]
 (підпис)

[Signature]
 (ПІБ)

[Signature]
 (підпис)

[Signature]
 (ПІБ)

Додаток Г 1



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)
ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 вул. Мічуріна, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227
 тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;
 E-mail: vinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 10.08.2021

1. Найменування продукції і НД: Овочева продукція

2. Замовник, адреса: Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця

3. Дата проведення випробувань (початок - кінець): 10.08.2021 р.- 15.08.2021 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Свинець, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Повторності									
B1	Горох	0,2641	0,2642	0,2640	0,2645	0,0484	0,0485	0,0483	0,0488
B2	Огірок	0,1045	0,1045	0,1043	0,1046	0,0190	0,0191	0,0189	0,0194
B3	Кабачок	0,0929	0,0930	0,0928	0,0933	0,0172	0,0173	0,0171	0,0176
Шифр зразка	Найменування продукції	Цинк, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Мідь, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Повторності									
B4	Горох	7,926	7,927	7,925	7,930	2,411	2,412	2,410	2,415
B5	Огірок	3,461	3,462	3,460	3,465	0,4824	0,4825	0,4823	0,4828
B6	Кабачок	2,566	2,567	2,565	2,570	0,6021	0,6022	0,6020	0,6025

Додаткові відомості:

-повне або часткове передрукування без дозволу забороняється;

-зразок відібраний та наданий замовником;

-отримана тільки зразку, підданого випробуванню



Виконавці

А.В.Вашук
(підпис)

Заволока Т.О
(ПІБ)

А.В.Вашук
(підпис)

Заволока Т.О
(ПІБ)



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»

вул. Мічурина, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227

тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;

E-mail: vinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 22.09.2020

1. Найменування продукції і НД: Овочева продукція

2. Замовник, адреса: Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця

3. Дата проведення випробувань (початок - кінець): 22.09.2020 р.- 27.09.2020 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Свинець, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
	Повторності								
B1	Горох	0,30	0,31	0,29	0,34	0,04	0,05	0,06	0,05
B2		0,21	0,22	0,2	0,25	0,05	0,04	0,03	0,04
B3	Кабачок	0,09	0,1	0,008	0,13	0,01	0,02	0,03	0,02
B4		0,07	0,08	0,008	0,09	0,013	0,014	0,012	0,017
B5	Огірок	0,11	0,12	0,10	0,15	0,013	0,024	0,022	0,027
B6		0,09	0,10	0,08	0,13	0,019	0,020	0,018	0,023
B7	Морква	0,05	0,06	0,06	0,07	0,0049	0,0050	0,0048	0,0053
B8		0,04	0,05	0,05	0,06	0,0042	0,0043	0,0041	0,0046
B9	Цибуля	0,08	0,09	0,09	0,1	0,024	0,025	0,023	0,028
B10		0,06	0,07	0,07	0,08	0,019	0,020	0,018	0,023
Шифр зразка	Найменування продукції	Цинк, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Мідь, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
	Повторності								
B1	Горох	6,1	6,2	6,0	6,5	1,9	2,0	1,9	2,2
B2		5,0	5,1	4,9	5,4	1,4	1,5	1,3	1,8
B3	Кабачок	1,9	2,0	1,8	2,3	0,55	0,54	0,52	0,55
		1,6	1,7	1,5	2,0	0,42	0,43	0,41	0,46
B5	Огірок	2,6	2,6	2,5	2,7	0,39	0,40	0,38	0,43
B6		1,9	2,0	1,9	2,2	0,31	0,32	0,31	0,34
B7	Морква	1,6	1,7	1,6	1,9	0,43	0,44	0,42	0,47
B8		1,5	1,6	1,4	1,9	0,21	0,22	0,20	0,25
B9	Цибуля	0,8	0,9	0,9	1,0	0,36	0,37	0,35	0,40
		0,9	0,9	0,8	1,0	0,15	0,16	0,15	0,18



Виконавці

Заволока Т.Т.
(підпис)

Заволока Т.Т.
(ПІБ)

Заволока Т.Т.
(підпис)

Заволока Т.Т.
(ПІБ)



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 вул. Мічуріна, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227
 тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;
 E-mail: vinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 26.08.2023

1. Найменування продукції і НД: Овочева продукція

2. Замовник, адреса: Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця

3. Дата проведення випробувань (початок - кінець): 16.08.2023 р. - 26.08.2023 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)							
		1.	2.	3.	4.				
Повторності									
B1	Часник	0,05	0,06	0,06	0,07				
B2		0,06	0,05	0,04	0,07				
B3		0,06	0,07	0,06	0,05				
B4		0,07	0,05	0,06	0,06				
B5		0,05	0,06	0,06	0,07				
B6	Цибуля	0,04	0,02	0,03	0,03				
B7		0,05	0,04	0,03	0,06				
B8		0,03	0,04	0,03	0,02				
B9		0,02	0,05	0,03	0,03				
B10		0,03	0,04	0,03	0,02				
Шифр зразка	Найменування продукції	Цинк, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Мідь, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Повторності									
B1	Часник	4,65	4,63	4,68	4,64	1,29	1,30	1,28	1,33
B2		4,72	4,7	4,69	4,75	1,51	1,53	1,52	1,55
B3		4,98	4,96	4,97	5,01	1,77	1,78	1,76	1,81
B4		4,23	4,22	4,23	4,25	1,44	1,43	1,41	1,45
B5		4,01	4,0	3,99	4,04	1,39	1,40	1,38	1,43
B6	Цибуля	1,92	1,91	1,90	1,95	0,32	0,34	0,33	0,37
B7		1,80	1,79	1,77	1,84	0,49	0,5	0,48	0,53
B8		1,92	1,91	1,90	1,95	0,41	0,42	0,40	0,45
B9		1,86	1,85	1,86	1,87	0,21	0,23	0,22	0,26
B10		1,72	1,71	1,70	1,75	0,44	0,45	0,43	0,48

М.П.

Виконавці

(підпис)

(ПІБ)

Відповідальний за формування протоколу
Лабораторії випробувань

(підпис)

(ПІБ)





МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»

вул. Мічуріна, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227
 тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;

E-mail: yinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 25.08.2022

1. Найменування продукції і НД: Овочева продукція

2. Замовник, адреса: Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця

3. Дата проведення випробувань (початок - кінець): 25.08.2022 р.- 31.08.2022 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)							
		1.	2.	3.	4.				
Повторності									
B1	Часник	0,019	0,02	0,021	0,02				
B2		0,018	0,021	0,021	0,02				
B3		0,20	0,19	0,21	0,02				
B4		0,19	0,21	0,2	0,02				
B5		0,2	0,21	0,19	0,02				
B6	Цибуля	0,01	0,011	0,01	0,01				
B7		0,009	0,011	0,01	0,01				
B8		0,011	0,009	0,01	0,01				
B9		0,09	0,09	0,012	0,01				
B10		0,01	0,011	0,09	0,01				
Шифр зразка	Найменування продукції	Цинк, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Мідь, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Повторності									
B1	Часник	4,84	4,83	4,85	4,88	1,69	1,68	1,73	1,70
B2		4,31	4,30	4,32	4,35	1,31	1,32	1,36	1,33
B3		4,37	4,36	4,38	4,41	1,37	1,36	1,41	1,38
B4		3,82	3,81	3,83	3,86	1,22	1,21	1,26	1,23
B5		4,20	4,19	4,21	4,24	1,19	1,18	1,23	1,20
B6	Цибуля	1,51	1,53	1,52	1,53	0,37	0,36	0,41	0,38
B7		1,59	1,58	1,60	1,63	0,47	0,46	0,51	0,48
B8		1,73	1,71	1,72	1,73	0,45	0,44	0,49	0,46
B9		1,45	1,46	1,46	1,47	0,26	0,25	0,3	0,27
B10		1,51	1,50	1,52	1,55	0,48	0,47	0,52	0,49

М.П.

Відповідальний за формування протоколу
 Лабораторних випробувань

Виконавці

Волода
 (підпис)

Зиволока Т.Т
 (ПІБ)

Волода
 (підпис)

Зиволока Т.Т
 (ПІБ)





МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»

вул. Мічуріна, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227
 тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;

E-mail: vinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з СДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 24.04.2021

1. Найменування продукції і НД: Вода питна

2. Замовник, адреса: Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця

3. Дата проведення випробувань (початок - кінець): 24.04.2021 р. - 05.05.2021 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Свинець, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
		Повторності							
1	Вода питна	0,005	0,004	0,007	0,003	0,006	0,007	0,009	0,005
Шифр зразка	Найменування продукції	Цинк, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Мідь, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
		Повторності							
1	Вода питна	0,6	0,5	0,9	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6

Додаткові відомості:

- повне або часткове передрукування без дозволу забороняється,
- зразок відібраний та наданий замовником,
- стоєть за тійки зразку, підданого випробуванням



Відповідальний за формування протоколу
 Лабораторних випробувань

Виконавці

Ваша
 (підпис)

Заволока Т.І.
 (ПІБ)

Ваша
 (підпис)

Заволока Т.І.
 (ПІБ)



МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»
 вул. Мічуріна, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227
 тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;
 E-mail: vinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 26.04.2022

1. Найменування продукції і НД: Вода питна

2. Замовник, адреса: Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця

3. Дата проведення випробувань (початок - кінець): 26.04.2022 р.- 06.05.2022 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Свинець, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
	Повторності								
1	Вода питна	0,005	0,004	0,007	0,003	0,0009	0,0008	0,0006	0,0007
Шифр зразка	Найменування продукції	Цинк, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Мідь, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
	Повторності								
1	Вода питна	0,7	0,8	0,6	0,9	0,5	0,6	0,7	0,3

Додаткові відомості:

- повне або часткове передруккування без дозволу забороняється;
- зразок відібраний та наданий замовником;
- стосується тільки зразку, відданого випробуванням

М.П.

Відповідальний за формування протоколу
 Лабораторних випробувань

Виконавці

Вашук
 (підпис)

Заволока Т.
 (ПІБ)

Вашук
 (підпис)

Заволока Т.
 (ПІБ)





МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
 «ІНСТИТУТ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ»
 (ДУ «Держґрунтохорона»)

ВІННИЦЬКА ФІЛІЯ ДУ «Держґрунтохорона»

вул. Мічуріна, 3, с. Агрономічне, Вінницький район, Вінницька область, 23227
 тел.: (0432) 58-42-41, факс: (0432) 58-42-38;

E-mail: vinnitsa@iogu.gov.ua, сайт: www.iogu.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 38517156

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ

Від 10.08.2021

1. Найменування продукції і НД: Ґрунт

2. Замовник, адреса: Піддубна А.М., ВНАУ, м. Вінниця

3. Дата проведення випробувань (початок - кінець): 10.08.2021 р.- 15.08.2021 р.

Шифр зразка	Найменування продукції	Свинець, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Кадмій, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Повторності									
1	ґрунт	1,48	1,50	1,52	1,53	0,215	0,217	0,219	0,218
2		1,04	1,06	1,08	1,07	0,194	0,195	0,197	0,196
3		0,90	0,93	0,95	0,94	0,153	0,155	0,157	0,155
Шифр зразка	Найменування продукції	Цинк, мг/кг (ГОСТ 30178-96)				Мідь, мг/кг (ГОСТ 30178-96)			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Повторності									
1	ґрунт	0,90	0,92	0,95	0,93	0,593	0,595	0,597	0,596
2		1,18	1,20	1,24	1,22	0,438	0,440	0,442	0,441
3		1,57	1,59	1,61	1,62	0,430	0,432	0,435	0,434

Додаткові відомості:

-повне або часткове передрукування без дозволу забороняється;

-зразок відібраний та наданий замовником;

-стосується тільки зразку, підданого випробуванням



М.П.

Відповідальний за формування протоколу
 Лабораторних випробувань

Виконавці

Авасиц
 (підпис)

Заволока Т.Т.
 (ПІБ)

Авасиц
 (підпис)

Заволока Т.Т.
 (ПІБ)

Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рендомізованих блоків														
Головне меню		Назва дослід:		Часник												
Допомога				Кількість варіантів:		6		Одиниці виміру:		м/га		Рік (роки):		2021, 2022		
				Кількість повторень:		4		Результати дисперсійного аналізу								
Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (t) та повторень (n), табличні значення F і t																
Номери варіантів (t)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторення (n)						Сума Y	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		!
		I	II	III	IV	V	VI							факт	100%	
1		9,20	9,40	9,40	9,00			37,60	9,40	Загальне	404,54	23	-	-	-	-
2		9,90	10,30	10,00	9,80			40,00	10,00	Повторень	0,06	3	-	-	-	-
3		7,00	7,30	7,40	7,10			28,80	7,20	Варіантів	404,16	3	80,83	3028,04	9,01	-
4		7,00	6,80	7,10	7,10			28,00	7,00	Залишок	0,32	16	0,02	-	-	2,131
5								0,00		NIP ₀₅ = $t_{\alpha} \cdot scd =$		2,131	0,102	=	0,219	т/га
6								0,00		Висновок: в досліді є істотні відмінності						

Суми P	33,10	33,80	33,90	33,60	0,00	0,00	$\Sigma X =$	$\Sigma x =$
							134,40	9,40
1. Загальне число спостережень:	$N = t \text{ (варіантів)} \cdot n \text{ (повторень)}$							
	$N = 6 \cdot 4 = 24$							
2. Кориguючий фактор: $C = (X^2) : N$	1806,4	:	24	=	752,8			
3. Суми квадратів:								
3.1. Загальне:	$S_y = \Sigma X^2 - C = 1187,2 - 752,8 = 404,54$							
3.2. Повторень:	$S_p = \Sigma P^2 : n - C = 4016,2 : 4 - 752,8 = 0,06$							
3.3. Варіантів:	$S_v = \Sigma V^2 : n - C = 4027,2 : 4 - 752,8 = 404,16$							
3.4. Залишкове:	$S_z = S_y - S_p - S_v = 404,54 - 0,06 - 404,16 = 0,32$							
4. Оцінка істотності часткових різниць:								
	$scd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,02}{4}} = 0,102 \text{ т/га}$							
	$NIP_{05} = t_{\alpha} \cdot scd = 2,131 \cdot 0,102 = 0,219 \text{ т/га}$							
5. Оцінка частки впливу:								
Частка впливу, %:								
Досліджуваний фактор	100							
Залишкове	0							



Додаток Д 1

Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рандомізованих блоків														
Головне меню		Назва досліджуваного фактора:		Морква												
Допомога		Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (k) та повторень (n), табличні значення F / t		k (кількість варіантів)	=	4	Одиниці виміру:	т/га	Рік (роки):	2021, 2022						
				n (кількість повторень)	=	4	Результати дисперсійного аналізу									
Номери варіантів (k)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторення (n)						Сума V	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F		t
		I	II	III	IV	V	VI							Факт	Табл.	
1		46,00	45,00	48,00	49,00		188,00	47,00	Загальне	415,00	16	-	-	-	-	-
2		50,00	49,00	50,00	51,00		200,00	50,00	Повторень	11,00	3	-	-	-	-	-
3		36,00	38,00	40,00	38,00		152,00	38,00	Варіантів	387,00	3	129,00	43,00	8,91	-	-
4		42,00	38,00	40,00	40,00		160,00	40,00	Залишкове	17,00	9	1,89	-	-	-	2,131
5							0,00	0,00	НІР ₀₅ = $t_{05} \cdot s.e.d$			2,131	8,912	=	2,071	т/га
6							0,00	0,00	Висновок:	В досліді є істотні відмінності						

Суми P	174,00	178,00	0,00	0,00	$\Sigma X =$	$\Sigma X^2 =$
					700,00	43,75
1. Загальне число спостережень:	$N = f \text{ (варіантів)} \cdot n \text{ (повторень)}$					
	$N = 4 \cdot 4 = 16$					
2. Кориguючий фактор: $C = (X^2) : N =$	20000 : 16 = 1250000					
3. Суми квадратів:						
3.1. Загальне:	$S_y = \Sigma X^2 - C = 20000 - 20000 = 415,00$					
3.2. Повторень:	$S_p = \Sigma P^2 : f - C = 20000 : 4 - 2000000 = 11,00$					
3.3. Варіантів:	$S_v = \Sigma V^2 : n - C = 20000 : 4 - 2000000 = 387,00$					
3.4. Залишкове:	$S_z = S_y - S_p - S_v = 415,00 - 11,00 - 387,00 = 17,00$					
4. Оцінка істотності часткових різниць:						
	$s.e.d = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,89}{4}} = 0,972 \text{ т/га}$					
	$НІР_{05} = t_{05} \cdot s.e.d = 2,131 \cdot 0,972 = 2,071 \text{ т/га}$					
5. Оцінка частки впливу:						
Частка впливу, %:						
Досліджуваній фактор	93					
Залишкове	7					



Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рендомізованих блоків														
Головне меню		Петрушка														
Допомога		Петрушка														
Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (I) та повторень (n), табличні значення F і t		Кількість варіантів	=	4	Одиниці виміру:	л/га	Рік (роки):	2021, 2022								
		Кількість повторень	=	4	Результати дисперсійного аналізу											
Номери варіантів (I)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторення (n)						Сума Y	Середнє	Дискретна дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F		t
		I	II	III	IV	V	VI							факт.	теор.	
1		31,00	33,00	33,00	31,00		128,00	32,00	Загальне	164,00	16	-	-	-	-	-
2		35,00	35,00	36,00	34,00		140,00	35,00	Повторень	1,50	4	-	-	-	-	-
3		39,00	35,00	35,00	39,00		148,00	37,00	Варіантів	136,00	4	41,30	35,40	9,01	-	-
4		40,00	41,00	38,00	41,00		160,00	40,00	Залишок	36,00	8	2,34	-	-	-	2,131
5							0,00		NIP ₀₅ в I ₀₅ - scd =		2,131	1,213	=	2,586	t/га	
6							0,00		Висновок: в досліді є істотні відмінності							

Суми P	145,00	#####	142,00	####	0,00	0,00	$\Sigma X =$	$\Sigma X_0 =$
							576,00	36,00

1. Загальне число спостережень: $N = I$ (варіантів) $\cdot n$ (повторень)
 $N = 4 \cdot 4 = 16$

2. Коригуючий фактор: $C = (\Sigma X^2) : N = ##### : 16 = #####$

3. Суми квадратів:

3.1. Загальне: $C_y = \Sigma X^2 - C = ##### - ##### = 164,00$

3.2. Повторень: $C_p = \Sigma P^2 : I - C = ##### : 4 - ##### = 1,50$

3.3. Варіантів: $C_v = \Sigma V^2 : n - C = ##### : 4 - ##### = 136,00$

3.4. Залишкове: $C_z = C_y - C_p - C_v = 164,00 - 1,50 - 136,00 = 26,50$

4. Оцінка істотності часткових різниць:

$$s_{cd} = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2,94}{4}} = 1,213 \text{ т/га}$$

$$NIP_{05} = t_{05} \cdot s_{cd} = 2,131 \cdot 1,213 = 2,586 \text{ т/га}$$

5. Оцінка частки впливу:

Частка впливу, %:	
Досліджуваний фактор	83
Залишкове	17



Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рендомізованих блоків														
Головне меню		Назва досліджу:		Цибуля												
Допомога																
Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (k) та повторень (n), табличні значення F / t				k (кількість варіантів)		= 4		Одиниці виміру:		т/га		Рік (роки): 2021, 2022				
				n (кількість повторень)		= 4		Результати дисперсійного аналізу								
Номери варіантів (k)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторення (n)						Сума Y	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F		
		I	II	III	IV	V	VI							факт.	табл.	
1		23,00	23,00	25,00	25,00			96,00	24,00	Загальне	113,00	16	-	-	-	-
2		23,00	26,00	25,00	26,00			100,00	25,00	Повторень	12,00	4	-	-	-	-
3		20,00	18,00	19,00	23,00			80,00	20,00	Варіантів	83,00	4	20,75	5,18	9,01	-
4		21,00	20,00	18,00	21,00			80,00	20,00	Залишок	18,00	4	4,50	-	-	2,131
5								0,00		NIP ₀₅ = t ₀₅ · sd =		2,131	1,000	=	2,131	т/га
6								0,00		Висновок: В досліді є істотні відмінності						
Суми P		87,00	87,00	87,00	95,00	0,00	0,00	ΣX =	356,00	Σx ₀ =	22,25					
1. Загальне число спостережень:		N = l (варіантів) · n (повторень)		N =		4	·	4	=	16						
2. Корируючий фактор:		C = (X ²) : N =		8034,0		:	16	=	7921,0							
3. Суми квадратів:		3.1. Загальне:		C _y = ΣX ² - C =		8034,0		-	7921	=	113,00					
		3.2. Повторень:		C _p = ΣP ² : l - C =		8034,0		:	4	-	7921,0	=	12,00			
		3.3. Варіантів:		C _v = ΣV ² : n - C =		8034,0		:	4	-	7921,0	=	83,00			
		3.4. Залишкове:		C _z = C _y - C _p - C _v =		113,00		-	12,00	-	83,00	=	18,00			
4. Оцінка істотності часткових різниць:																
		$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,00}{4}} = 1,000 \text{ т/га}$														
		$NIP_{05} = t_{05} \cdot sd = 2,131 \cdot 1,000 = 2,131 \text{ т/га}$														
5. Оцінка частки впливу:																
Частка впливу, %:																
		Досліджуваний фактор		73												
		Залишкове		27												



Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рендомізованих блоків													
Головне меню		Назва досліді:		Петрушка											
Допомога		Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (I) та повторень (n), табличні значення F і t		Кількість варіантів	=	4	Одиниці виміру:	м/га	Рік (роки):	2021, 2022					
				Кількість повторень	=	4	Результати дисперсійного аналізу								
Номери варіантів (I)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторення (n)					Сума Y	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F		t
		I	II	III	IV	V							VI	факт.	
1		10,40	16,00	16,20	16,20		64,80	16,20	Загальне	638,28	15	-	-	-	-
2		17,00	17,40	17,20	17,20		68,80	17,20	Повторень	0,09	3	-	-	-	-
3		29,40	29,80	29,60	29,60		116,40	29,10	Варіантів	637,36	3	212,45	212,45	9,01	-
4		29,50	29,50	29,70	29,30		118,00	29,50	Залишкове	0,83	9	0,09	-	-	2,131
5							0,00		NIP ₀₅ = t ₀₅ · sd =		2,131	0,215	=	0,458	т/га
6							0,00		Висновок: в досліді є істотні відмінності						

Суми P	92,30	91,70	91,70	92,30	0,00	0,00	$\Sigma X^2 =$	$\bar{X} =$
							368,00	23,00

- Загальне число спостережень: $N = I \text{ (варіантів)} \cdot n \text{ (повторень)}$
 $N = 4 \cdot 4 = 16$
- Коригуючий фактор: $C = (X^2) : N = 8464,0$
- Суми квадратів:
 - Загальне: $S_y = \Sigma X^2 - C = 9102,3 - 8464 = 638,28$
 - Повторень: $S_p = \Sigma P^2 : I - C = 8464,0 - 8464,0 = 0,09$
 - Варіантів: $S_v = \Sigma V^2 : n - C = 8464,0 - 8464,0 = 637,36$
 - Залишкове: $S_z = S_y - S_p - S_v = 638,28 - 0,09 - 637,36 = 0,83$

4. Оцінка істотності часткових різниць:

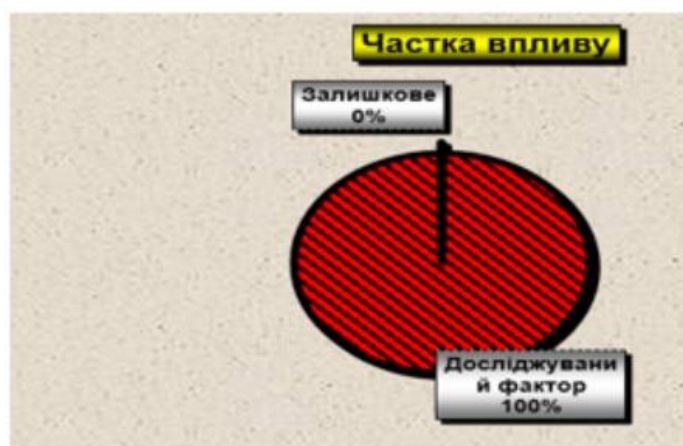
$$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,09}{4}} = 0,215 \text{ т/га}$$

$$NIP_{05} = t_{05} \cdot sd = 2,131 \cdot 0,215 = 0,458 \text{ т/га}$$

5. Оцінка частки впливу:

Частка впливу, %:

Досліджуваний фактор	100
Залишкове	0



Додаток Д 5

Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рандомізованих блоків														
Головне меню		Назва досліджу:		Кріп												
Допомога				Кількість варіантів:		4		Одиниці виміру:		т/га		Рік (роки):		2021, 2022		
		Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (k) та повторень (n), табличні значення F i t				4								Результати дисперсійного аналізу		
Номери варіантів (k)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторень (n)						Сума Y	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
		I	II	III	IV	V	VI							факт.	табл.	
1		9,50	9,90	9,70	9,70		38,80	9,70	Загальне	233,52	16					
2		12,00	11,50	11,80	11,50		46,80	11,70	Варіантів	0,04	3					
3		18,00	18,20	18,20	18,00		72,40	18,10	Повторень	233,08	3	77,69	17,923	9,01		
4		18,50	18,40	18,00	18,30		73,20	18,30	Залишкове	0,40	9	0,04			2,131	
5							0,00		HIP ₀₅ = t ₀₅ · sd =		2,131	0,148		0,316	t/га	
6							0,00		Висновок: в досліді є істотні відмінності							

Суми P	58,00	58,00	57,70	57,50	0,00	0,00	ΣX =	$\bar{x}_p =$
							231,20	14,45

1. Загальне число спостережень: $N = l$ (варіантів) · n (повторень)

$$N = 4 \cdot 4 = 16$$

2. Коригуючий фактор: $C = (X^2) : N = 53453 : 16 = 3340,8$

3. Суми квадратів:

3.1. Загальне: $S_y = \Sigma X^2 - C = 3574,4 - 3341 = 233,52$

3.2. Повторень: $S_p = \Sigma P^2 : l - C = \text{#####} : 4 - 3340,8 = 0,04$

3.3. Варіантів: $S_v = \Sigma V^2 : n - C = \text{#####} : 4 - 3340,8 = 233,08$

3.4. Залишкове: $S_z = S_y - S_p - S_v = 233,52 - 0,04 - 233,08 = 0,40$

4. Оцінка істотності часткових різниць:

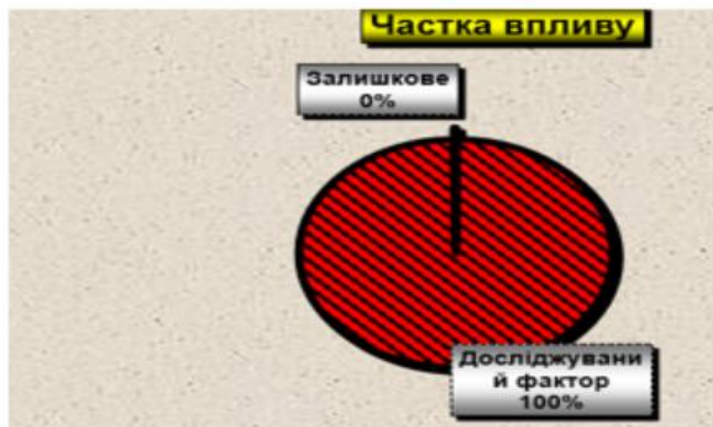
$$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,40}{4}} = 0,148 \text{ т/га}$$

$$HIP_{05} = t_{05} \cdot sd = 2,131 \cdot 0,148 = 0,316 \text{ т/га}$$

5. Оцінка частки впливу:

Частка впливу, %:

Досліджуваний фактор	100
Залишкове	0



Додаток Д 6

Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рандомізованих блоків														
Головне меню		Назва досліджу:		Шпинат												
Допомога		Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (k) та повторень (n), табличні значення F / t		Кількість варіантів (k)	=	4	Одиниці виміру:	т/га	Рік (роки):	2021, 2022						
				Кількість повторень (n)	=	4	Результати дисперсійного аналізу									
Номери варіантів (k)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторення (n)						Сума Y	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F		t
		I	II	III	IV	V	VI							факт.	теор.	
1		9,50	9,40	9,30	9,40			37,60	9,40	Загальне	175,20	10	-	-	-	-
2		9,70	9,60	9,60	9,50			38,40	9,60	Повторень	0,25	3	-	-	-	-
3		16,00	15,70	16,10	15,80			63,60	15,90	Варіантів	174,64	3	58,21	194,06	9,01	-
4		16,40	16,00	16,80	16,00			65,20	16,30	Залишок	0,33	9	0,04	-	-	2,131
5								0,00		NIP ₀₅ = t ₀₅ · sd =		2,131	0,134	=	0,286	т/га
6								0,00		Висновок: В досліді є статистична відмінність						

Суми P	51,60	50,70	51,80	50,70	0,00	0,00	ΣX =	X _{ср} =
							204,80	12,80

1. Загальне число спостережень: $N = l \text{ (варіантів)} \cdot n \text{ (повторень)}$
 $N = 4 \cdot 4 = 16$

2. Коригуючий фактор: $C = (X^2) : N = 41943 : 16 = 2621,4$

3. Суми квадратів:

3.1. Загальне: $S_y = \Sigma X^2 - C = 2796,7 - 2621 = 175,22$

3.2. Повторень: $S_p = \Sigma P^2 : l - C = 88888 : 4 - 2621,4 = 0,25$

3.3. Варіантів: $S_v = \Sigma V^2 : n - C = 88888 : 4 - 2621,4 = 174,64$

3.4. Залишкове: $S_z = S_y - S_p - S_v = 175,22 - 0,25 - 174,64 = 0,33$

4. Оцінка істотності часткових різниць:

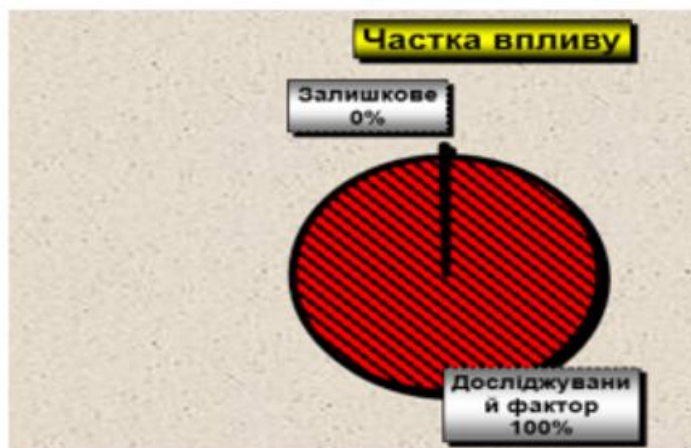
$$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,04}{4}} = 0,134 \text{ т/га}$$

$$NIP_{05} = t_{05} \cdot sd = 2,131 \cdot 0,134 = 0,286 \text{ т/га}$$

5. Оцінка частки впливу:

Частка впливу, %:

Досліджуваний фактор 100
 Залишкове 0



Додаток Д 7

Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рандомізованих блоків															
Головне меню		Назва досліджуваного фактора:		Часник, різне удобрення													
Допомога		Введіть в таблицю необхідну текстову та цифрову інформацію, кількість варіантів (k) та повторень (n), табличні значення F і t		Кількість варіантів (k)	=	5	Одиниця виміру:	л/га	Рік (роки):	2022, 2023							
				Кількість повторень (n)	=	4	Результати дисперсійного аналізу										
Номери варіантів (k)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторень (n)						Сума Y	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F		t	
		I	II	III	IV	V	VI							факт.	теор.		
1		8,50	8,50	8,30	8,30			33,60	8,40	Загальне	4,91	16	-	-	-	-	
2		9,00	9,00	8,80	8,80			35,60	8,90	Повторень	8,02	5	-	-	-	-	
3		9,00	9,00	9,20	9,20			36,40	9,10	Варіантів	4,00	4	1,00	10,00	9,12	-	
4		10,00	9,80	9,60	9,80			39,20	9,80	Залишкове	0,20	12	0,02	-	-	2,179	
5		8,50	8,60	8,70	8,60			34,40	8,60	HIP _{0,05} = t _{0,05} · sd =		2,179	0,091	=	0,199	т/га	
6								0,00		Висновок: В досліді є істотні відмінності							
Суми P				45,00	44,90	44,60	44,70	0,00	0,00				ΣX =	X̄ =			
													179,20	8,96			
1. Загальне число спостережень:				N = I (варіантів) · n (повторень)													
				N = 5 · 4 = 20													
2. Корируючий фактор:				C = (ΣX ²) : N = 32113 : 20 = 1605,6													
3. Суми квадратів:																	
3.1. Загальне:				C _y = ΣX ² - C = 1810,6 - 1600 = 4,91													
3.2. Повторень:				C _p = ΣP ² : I - C = 8028,3 : 5 - 1605,6 = 0,02													
3.3. Варіантів:				C _v = ΣV ² : n - C = 6441,3 : 4 - 1605,6 = 4,69													
3.4. Залишкове:				C _z = C _y - C _p - C _v = 4,91 - 0,02 - 4,69 = 0,20													
4. Оцінка істотності часткових різниць:																	
				$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,02}{4}} = 0,091 \text{ т/га}$													
				$HIP_{0,05} = t_{0,05} \cdot sd = 2,179 \cdot 0,091 = 0,199 \text{ т/га}$													
5. Оцінка частки впливу:																	
Частка впливу, %:																	
Досліджуваній фактор				96													
Залишкове				4													



Agrostat		Однофакторний дослід закладений методом рандомізованих блоків														
Головне меню		Назва досліді:		Цибуля, різне удобрення												
Допомога												Рік (роки): 2022, 2023				
Введіть в таблицю необхідну текстову й цифрову інформацію, кількість варіантів (I) та повторень (n), табличні значення F / t		Кількість варіантів		=		5		Однінці виміру:		т/га		Результати дисперсійного аналізу				
		Кількість повторень		=		4										
Номери варіантів (I)	Назва (умовні позначення) варіантів	Повторення (n)						Сума Y	Середнє	Джерело варіації	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	F		t
		I	II	III	IV	V	VI							факт.	теор.	
1		27,00	27,50	27,40	27,30		109,20	27,30	Загальне	148,30	19	-	-	-	-	-
2		30,30	30,50	30,70	30,50		122,00	30,50	Повторень	0,30	3	-	-	-	-	-
3		28,00	28,40	27,80	28,20		112,40	28,10	Варіантів	142,30	4	35,20	8,80	9,12	-	-
4		35,00	34,50	34,50	34,80		138,80	34,70	Залишкове	0,06	11	0,00	-	-	-	2,179
5		28,00	28,00	27,80	27,80		111,60	27,90	$HIP_{0,05} = t_{0,05} \cdot sd =$	2,179	0,155	=	0,339	т/га		
6							0,00		Висновок	В досліді є істотні відмінності						

Суми P	148,30	#####	148,20	####	0,00	0,00	$\Sigma X =$	$\Sigma x =$	
							594,00	29,70	

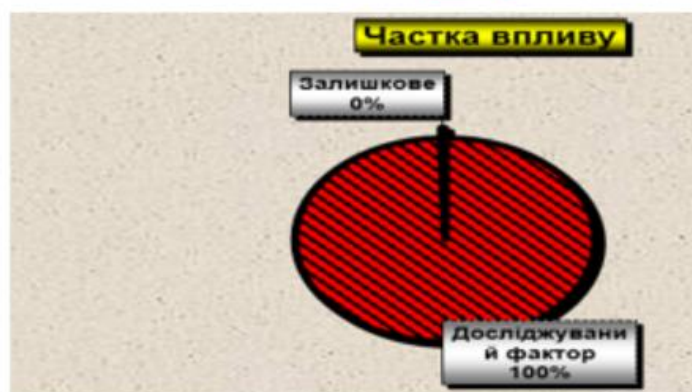
- Загальне число спостережень: $N = I$ (варіантів) $\cdot n$ (повторень)
 $N = 5 \cdot 4 = 20$
- Коригуючий фактор: $C = (\Sigma X^2) : N = ##### : 20 = #####$
- Суми квадратів:
 - Загальне: $Cy = \Sigma X^2 - C = ##### - ##### = 149,44$
 - Повторень: $Cp = \Sigma P^2 : I - C = ##### : 5 - ##### = 0,06$
 - Варіантів: $Cv = \Sigma V^2 : n - C = ##### : 4 - ##### = 148,80$
 - Залишкове: $Cz = Cy - Cp - Cv = 149,44 - 0,06 - 148,80 = 0,58$
- Оцінка істотності часткових різниць:

$$sd = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,05}{4}} = 0,155 \text{ т/га}$$

$$HIP_{0,05} = t_{0,05} \cdot sd = 2,179 \cdot 0,155 = 0,339 \text{ т/га}$$

- Оцінка частки впливу:
 Частка впливу, %:

Досліджуваній фактор	100
Залишкове	0



СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за спеціальністю 201 Агрономія

Піддубної Антоніни Миколаївни

№ п\п	Назва праці	Назва видання та його вихідні відомості, що дозволяють ідентифікувати та відрізнити це видання від інших	Кількість друкованих сторінок (др. арк.)	Співавтори
1	2	3	4	5
Статті в іноземних наукових фахових виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Web of Science та Scopus				
1.	Estimation of heavy metals accumulation by vegetables in agroecosystems as one of the main aspects in food security	<i>International journal of ecosystems and ecology science (IJEES)</i> . 2022. Vol. 12 (3). (Web of Science) DOI: 10.31407/ijeess12.320 URL: https://ijeess.net/journal-85-International--Journal-of-Ecosystems-and-Ecology-Science--(IJEES)--Volume-12-3,-2022.html (http://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/31363.pdf)	P. 159-164 0,60 (0,28)	Razanov S., Gucol G., Symochko L., Kovalova S., Bakhmat M., Bakhmat O.
2.	Accumulation of Lead and Cadmium by Vegetables at Different Levels of Gray Forest Soil Moistening in the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine	<i>Journal of Ecological Engineering</i> . 2023. 24(10). (Scopus) DOI: 10.12911/22998993/170291 URL: http://www.jeeng.net/pdf-170291-93741?filename=Accumulation%20of%20Lead%20and.pdf	P. 198-204 0,8 (0,27)	Dydiv A., Gucol G., Vradii O., Zhylishchyc Y., Titarenko O., Razanova A., Odnosum H., Postoienko D., Kerek S.
Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б», включених до міжнародної наукометричної бази даних (Index Copernicus).				
3.	Особливості накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вирощування	<i>Агробіологія</i> . 2022. №1 (171). DOI: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-107-113 URL: https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/razanov_2022-1-107-113.pdf	C. 107-113 0,68 (0,47)	Разанов С.Ф., Вдовенко С.А.

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5
4.	Інтенсивність накопичення важких металів редискою та салатом вирощених на закритих ґрунтах в умовах Лісостепу правобережного	<i>Сільське господарство та лісівництво</i> . 2023. № 2 (29). DOI: 10.37128/2707-5826-2023-2-17 URL: http://forestry.vsau.org/storage/articles/June2023/TtIXDc6reAkZCpfwjJwI.pdf	<u>С. 192-202</u> 0,6	-
Інші видання (тези доповідей)				
5.	Оптимізація вирощування овочевих культур в умовах зміни клімату	<i>Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції</i> , 21 квітня 2021 р. Київ. 2021. URL: https://nmc-vfpo.com/iv-mizhnarodna-naukovo-praktychna-konferencziya-klimatychni-zminy-ta-silke-gospodarstvo-vyklyky-dlya-agrarnoyi-nauky-ta-osvity/	<u>С. 163-165</u> 0,1 (0,05)	Разанов С.Ф.
6.	Удосконалення вирощування овочевих культур в сучасних екологічних умовах довкілля	<i>Модернізація і наукові дослідження в Україні та світі: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції</i> , 14 липня 2021 р. Полтава. 2021. URL: http://www.economics.in.ua/2021/07/blog-post_24.html	<u>С. 33-34</u> 0,1 (0,1)	-
7.	Інтенсивне землеробство у овочівництві та його наслідки	<i>Соціально-економічний розвиток у контексті викликів сьогодення: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції</i> , 8 жовтня 2021р. Одеса. 2021. URL: https://researcheurope.org/wp-content/uploads/2021/10/re-08.10.21.pdf	<u>С. 100-103</u> 0,2 (0,2)	-

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5
8.	Вивчення накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вегетації	<i>An integrated approach to science modernization: methods, models and multidisciplinary.</i> IV Correspondence International Scientific and Practical Conference 26 august 2022, Vinnytsia – Vienna, 2022. URL: https://conference.researchbib.com/view/event/129662	<u>P. 135-136</u> 0,2 (0,2)	-
9.	Вплив періоду вирощування овочевих культур на інтенсивність накопичення важких металів у їх продукції	<i>Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій:</i> матеріали XXIII Міжнародного науково-практичного форуму, 04-06 жовтня 2022 р. Львів. 2022. URL: file:///C:/Users/user/Downloads/Forum2022.pdf	<u>C. 252-255</u> 0,2 (0,1)	Разанов С.Ф.
10.	Оцінка накопичення важких металів овочами в агроecosистемах як один з основних аспектів продовольчої безпеки	<i>Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти:</i> збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції, 15 листопада 2022 р. URL: https://nmc-vfpo.com/wp-content/uploads/2022/12/tezymalynka-15-11-2022_compressed.pdf	<u>C. 123-125</u> 0,2 (0,2)	-
11.	Інтенсивність накопичення важких металів овочами вирощеними в умовах закритих ґрунтів	<i>«Vin Smart Eco»:</i> збірник матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, 18-20 травня 2023 р. Вінниця. 2023. URL: https://drive.google.com/file/d/1FHo7n6iXXkIX5FXdabdLA6FJXaKeKtEh/view	<u>C. 243-245</u> 0,2 (0,2)	-

Продовження додатка Е

1	2	3	4	5
12.	Накопичення овочами Pb і Cd за різного рівня зволоження сірого лісового ґрунту в умовах Лісостепу правобережної України	<i>Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. 26-27 жовтня 2023 р. Херсон. 2023.</i> URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2023/12/mater_eco_new.pdf	C. 125-128 0,2 (0,2)	-

Всього за темою дисертаційної роботи «Якість овочевої продукції за інтенсивного землеробства і умовах зміни клімату Лісостепу правобережного» опубліковано 12 наукових праць загальним обсягом 4,08 умовн. друк. арк. (власний доробок автора 2,97 умовн. друк. арк.), у тому числі 0,55 умовн. друк. арк. у наукометричній базі Scopus та Web of Science; 1,07 умовн. друк. арк. у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз; 1,35 умовн. друк. арк. у інших виданнях.

Автор

Антоніна ПІДДУБНА

Т.в.о. вченого секретаря



2024 р.

Лариса ФЕНЯК

АПРОБАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ НА
 НАУКОВО-ПРАКТИЧНИХ КОНФЕРЕНЦІЯХ
 за спеціальністю 201 Агрономія
 Піддубна Антоніна Миколаївна

№ п\п	Тема доповіді	Назва конференції, місце проведення, дата
1	2	3
<i>Апробація результатів дисертації на науково-практичних конференціях</i>		
1.	Оптимізація вирощування овочевих культур в умовах зміни клімату	IV Міжнародна науково-практична конференція «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». Київ. 21 квітня 2021 р.
2.	Удосконалення вирощування овочевих культур в умовах органічного виробництва	Всеукраїнська науково-практична конференція «Реалізація Європейського зеленого курсу в Україні: погляд молодих учених». Вінниця. 14-15 травня 2021 р.
3.	Удосконалення вирощування овочевих культур в сучасних екологічних умовах довкілля	Міжнародна науково-практична конференція «Модернізація і наукові дослідження в Україні та світі». Полтава. 14 липня 2021 р.
4.	Інтенсивне землеробство у овочівництві та його наслідки	Міжнародна науково-практична конференція «Соціально-економічний розвиток у контексті викликів сьогодення». Одеса. 8 жовтня 2021 р.
5.	Вивчення накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вегетації	Всеукраїнська науково-практична конференція «Розвиток аграрної науки в умовах змін клімату та діджиталізації землеробства». Вінниця. 9-10 червня 2022 р.
6.	Вивчення накопичення важких металів овочами за різного періоду їх вегетації	IV Correspondence International Scientific and Practical Conference «An integrated approach to science modernization: methods, models and multidisciplinary». Vinnytsia – Vienna. 26 August 2022.
7.	Вплив періоду вирощування овочевих культур на інтенсивність накопичення важких металів у їх продукції	XXIII Міжнародний науково-практичний форум «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій». Львів. 04-06 жовтня 2022 р.

Продовження додатка Ж

1	2	3
8.	Оцінка накопичення важких металів овочами в агроекосистемах як один з аспектів продовольчої безпеки	V Міжнародна науково-практична конференція «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». Київ. 15 листопада 2022 р.
9.	Інтенсивність накопичення важких металів овочами вирощеними в умовах закритих ґрунтів	III Міжнародна науково-практична конференція «Vin Smart Eco». Вінниця. 18-20 травня 2023 р.
10.	Інтенсивність накопичення важких металів редискою і салатом вирощених в умовах закритого ґрунту Лісостепу правобережного	Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку». Вінниця. 24-25 травня 2023 р.
11.	Накопичення овочами Pb і Cd за різного рівня зволоження сірого лісового ґрунту в умовах Лісостепу правобережної України	VI-та Міжнародна науково-практична конференція «Екологічний стан навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку». Херсон. 26-27 жовтня 2023 р.

Аспірантка

Антоніна ПІДДУБНА

Т.в.о. вченого секретаря

Лариса ФЕНЯК

МП

«10» травня 2024 р.

