

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

КУХНЮК ОКСАНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 631.548.34:635.53(477.46)

ДИСЕРТАЦІЯ

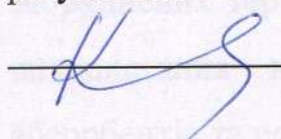
**АГРОБІОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ
ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

201 – Агрономія
20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня

доктора філософії

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

 О. В.Кухнюк

Науковий керівник – Улянич Олена Іванівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України

Умань – 2021

АНОТАЦІЯ

КУХНЮК О.В. Агробіологічні умови формування врожайності овочів і картоплі у Правобережному Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з спеціальності 201 – Агрономія (20 Аграрні науки та продовольство). Уманський національний університет садівництва, Умань, 2021 р.

У дисертаційній роботі доведено, що в умовах забруднення ґрунту важкими металами можливо отримувати екологічно чисту овочеву продукцію та забезпечувати населення якісною продукцією у достатній кількості. Проведено дослідження щодо вивчення технологічних аспектів вирощування овочів, зокрема із застосуванням біопрепаратів, саме з урахуванням екологічного впливу як на ростові процеси, так і на кількісні та якісні показники. Проаналізовані особливості різних абсорбентів та біопрепаратів і їх ефективність за умов забруднення ґрунту важкими металами. Здійснено порівняльний аналіз застосування абсорбентів і біопрепаратів, що дало змогу комплексно оцінити вплив елементів технології вирощування на біометричні, фенологічні показники, урожайність і якість продукції шпинату городнього, селери черешкової, столових коренеплодів, розробці та вдосконаленню елементів технології їх вирощування на забруднених територіях Правобережного Лісостепу України. Це передбачає використання високопродуктивних сортів, застосування різних форм абсорбентів та ефективних біопрепаратів, що є актуальним для поширення та вирощування овочів і картоплі у Правобережному Лісостепу України.

Доведено, що на сьогодні рівень забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області не перевищує допустимих норм і фактично є меншим у декілька разів порівняно з 90-ми роками минулого століття, а концентрація іонізуючих радіонуклідів у ґрунтах Черкаської області найбільшою спостерігалася у Канівському районі, де рівень Цезію-137 (^{137}Cs) досягав $13,6 \times 10^{-3} \text{ Ки/км}^2$, Стронцію-90 (^{90}Sr) – $3,5 \times 10^{-3} \text{ Ки/км}^2$.

Упродовж періоду досліджень кількість важких металів у ґрунті, зокрема Цезію-137 (^{137}Cs), поступово зменшується у Чигиринському та Черкаському районах на $1,2 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $2,1 \times 10^{-3}$, у Канівському – на $2,3 \times 10^{-3}$ Кі/км². Вміст Стронцію-90 (^{90}Sr) дещо нижчий, але теж відбувається його зниження упродовж років досліджень у Чигиринському та Черкаському районах – на $0,7 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $1,0 \times 10^{-3}$, у Канівському – на $1,1 \times 10^{-3}$ Кі/км².

Встановлено, що накопичення радіонуклідів у овочах і картоплі залежить не тільки від типу ґрунту, а й від біологічних особливостей овочевих рослин, серед яких найбільше акумулює ^{137}Cs і ^{90}Sr капуста білоголова і картопля, менше накопичують столові коренеплоди – буряк столовий і морква посівна.

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у районах Черкаської області був у межах НТД. Нижчим показником відрізнялася цибуля ріпчаста і картопля, у яких кількість нітратів з роками поступово знижувалася відповідно до зниження вмісту у ґрунті радіонуклідів. Високі показники серед досліджуваних культур мав буряк столовий, однак їх кількість зменшувалася за роками досліджень.

Результатами досліджень з вивчення особливостей росту, розвитку та формування високого рівня продуктивності шпинату городнього, селери черешкової, буряку столового, моркви посівної залежно від застосування абсорбентів і біопрепаратів на фоні забруднення чорнозему опідзоленого іонізуючими радіонуклідами встановлено вплив важких металів на досліджувані показники.

Вирощування шпинату городнього на фоні застосування різних форм абсорбенту сприяло збільшенню кількості листків і за внесення абсорбенту у вигляді гелю у сорту Матадор показник становив 22 шт./росл., у сорту Малахит – 23 шт./росл., що переважало контроль на 6–7 шт./росл.

Доведено, що застосування абсорбентів у вирощуванні селери черешкової з використанням різних форм сприяє одержанню високоякісних

черешків та підвищенню врожайності селери. Довжина черешка селери залежно від сорту та форми абсорбенту змінювалася у межах 27,9–34,8 см і більшою була за застосування гранул – 30,2–34,4 см та гелю – 34,6–34,8 см, а площа листків у сорту Монарх за внесення таблеток – 16,9 тис. м²/га.

Застосування гелю позитивно впливало на рівень урожайності селери черешкової. Маса вегетативної частини рослини була більшою за використання гелю у сорту Аніта – 417,6 г, Монарх – 245,4 г, Діамант – 265,7 г. Вищою урожайністю відзначився сорт Аніта за застосування гелю – 43,5 т/га, нижчою у сортів Діамант – 39,8 т/га та Монарх – 36,8 т/га. Рівняннями регресії підтверджено, що із збільшенням довжини та діаметру черешка, маси надземної частини рослини, відповідно, збільшується і врожайність ($R^2 = 0,6768-0,9173$). Встановлено, що існує сильний позитивний кореляційний зв'язок між масою рослини і кількістю листків ($r = 0,90$), масою рослини і діаметром розетки ($r = 0,79$), врожайністю і масою однієї рослини або масою однієї рослини ($r = 0,85$). У кількісному виразі за факторами по врожайності HP_{05} становив 0,02–0,03, що вказує на достовірні значення між їх повтореннями і варіантами.

Застосування біопрепаратів і формування високопродуктивних посівів столових коренеплодів на основі збереження та відтворення родючості ґрунту, зменшення техногенного навантаження, принципів отримання продукції з високим вмістом біологічно активних речовин показало позитивний вплив на ріст і розвиток, урожайність і біохімічні показники якості продукції овочів за внесення біопрепаратів.

Аналіз отриманих даних показав, що буряк столовий і морква посівна розвивалися неоднаково та реагували по-різному у фазах росту і розвитку залежно від внесених біопрепаратів. Фаза технічної стиглості у моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 розпочинались на 121–129 добу і довшою була у контролі і за внесення Солютину і Хлорели – 128–129 діб, а коротшою – за внесення біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин+Фітохелп – 121–125 діб.

Доведено, що рослини буряку столового і моркви посівної різнилися за висотою у порівнянні до контролю залежно від дії біопрепарату. Так, застосування бакової суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 сприяло збільшенню висоти рослин до 49–50 см, що істотно вище контролю на 16–17 см. Дещо нижчими були рослини моркви посівної сорту Нантська від застосування Липосаму і Хлорели 44–47 см, що істотно вище контролю на 11–14 см. Нижчим результатом різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий–42–46 см, вище контролю на 8–12 см. Застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин і їх висота збільшується з 35 см до 43 см і переважає контроль на 10 см.

Кількість листків різнилася у рослин буряку столового і моркви посівної у порівнянні до контролю. Від застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин+Фітохелп і Липосам кількість листків на рослині була найвищою і складала 10–11 шт./роsl., що вище контролю на 4–5 шт./роsl. Вищим результатом також різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 10 шт./роsl., що вище контролю на 4 шт./роsl.

Загальна площа листків у буряку столового і моркви посівної у порівнянні до контролю була найвищою від застосування бакової суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий+ Фітохелп 28,3–28,7 тис. м²/га, що істотно вище контролю на 13,6–14,8 тис. м²/га. Дещо нижчою була площа листків у результаті застосування інших препаратів та сумішей – 21,8–22,6 тис.м²/га. Вищий показник ЧПФ для буряку і моркви отримано від застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп 3,62–3,69 г/м² за добу. У контролі показник становив 2,57 г/м² за добу. Застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий, чи суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп та Солютин+Фітохелп поліпшує ріст рослин стан пігментної системи та позитивно впливає на кількість хлорофілу *a* та *b*, спостерігається підвищення вмісту каротиноїдів до 0,41–0,49 мг/г.

Застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп сприяло збільшенню маси коренеплоду буряку столового до 255–350 г і моркви посівної до 63–64 г, що істотно вище контролю на 9–10 г. Позитивний вплив на урожайність буряку столового виявили препарати Хелпрост овочевий, суміш препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп, застосування яких забезпечує урожайність 52,4–63,8 т/га та моркви столової сортів Нантська і Вітамінна 6 – 26,1–28,6 т/га. Застосування суміші біопрепаратів Солютин+Фітохелп покращує зовнішній вигляд рослини моркви, стійкість до шкочочинних мікроорганізмів, а товарна урожайність збільшується до 26,0 т/га і переважає контроль на 3,2 т/га.

Показники якості продукції відповідно зростали за використання Хелпрост овочевий і Хелпрост овочевий+ Фітохелп і залежно від препарату та сорту вміст сухої розчинної речовини у рослинах моркви посівної збільшувався і досягав 5,8–6,7 %, цукрів – 6,61–6,79 %, вітаміну С – 5,8–6,7 мг/100 г сирової речовини відповідно.

Математична залежність має високий рівень адекватності, оскільки коефіцієнти регресії дорівнюють 0,354–0,699 і вказують на існування сильного оберненого лінійного зв'язку між врожайністю моркви і показниками якості.

Розрахунок економічної ефективності показав, що досить ефективним є вирощування овочів і картоплі із застосуванням абсорбентів і біопрепаратів і вищу суму умовно чистого прибутку отримано за вирощування цибулі ріпчастої і капусти білоголової – 83881 – 110689 грн/га, а рівень рентабельності складає 162–177 %. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності був вище одиниці, що свідчить про ефективність вирощування овочевих рослин 3–4.

Застосування абсорбентів у відкритому ґрунті для шпинату у порівнянні з контролем дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку за внесення гелю і дрібних гранул, що у сорту Матадор відповідало 51859 і 50467 грн/га., у сорту Малахіт – 46782 і 37822 грн/га.

Рентабельність застосування нових препаратів для сорту Матадор досягла 75 %, сорту Малахіт – 69–75 %, Кбе – 3,0–3,2.

Застосування препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для буряку сорту Делікатесний дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку – 93603 грн/га, сорту Червона куля – 88353 грн/га. Найвищу рентабельність отримано за внесення суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп під буряк столовий сорту Делікатесний 151 %, Червона куля – 117 %, що вище показника у контролі на 33 %. Кбе – 3,9–4,1.

Застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для моркви посівної сорту Нантська дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку – 28103 грн/га, сорту Вітамінна 6 – 29603 грн/га. Найвищий рівень рентабельності отримано за внесення суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп у сорту Нантська – 67 %, сорту Вітамінна 6 – 71 %, що вище показника у контролі на 30 %. Кбе – до 3,4–3,7.

***Ключові слова:** важкі метали, радіонукліди, Цезій-137 (^{137}Cs), Стронцій-90 (^{90}Sr), овочеві рослини, картопля, абсорбент, біопрепарат, урожайність, показники якості.*

ANNOTATION

KUKHNIUK O. V. Agrobiological conditions of vegetable and potato yield formation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 – Agronomy (20 Agrarian Sciences and Food). Uman National University of Horticulture, Uman, 2021.

The dissertation proves that in the conditions of soil contamination with heavy metals it is possible to obtain ecological vegetable products and to provide the population with ecologically safe vegetable products of high-quality and in sufficient quantity. A study was conducted to study the technological aspects of

growing vegetables, in particular with the use of biological products, taking into account the environmental impact on both growth processes and quantitative and qualitative indicators. Main features of different absorbents and biological substances were analyzed and their efficiency under conditions of soil contamination with heavy metals was also evaluated. A comparative analysis of the use of absorbents and biological substances was carried out, which allowed to assess the impact of elements of cultivation technology on biometric and phenological indicators, yield, product quality and environmental safety of spinach, celery, table roots, development and improvement of their growing technology them in Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. This involves the use of high-yield varieties and also the use of various forms of absorbents and effective biological products, which is relevant for the distribution and cultivation of vegetables and potatoes in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The article proves that nowadays the level of radionuclide contamination of soils of Cherkasy region does not exceed the permissible norms and is actually several times lower than in the 90-s and the concentration of ionizing radionuclides in the soils of Cherkasy region was the highest in Kaniv district, where the level of Cesium-137 (^{137}Cs) reached $13,6 \times 10^{-3} \text{ Ki/km}^2$, Strontium-90 (^{90}Sr) – $3,5 \times 10^{-3} \text{ Ki/km}^2$.

During the study period, the amount of heavy metals in the soil, Cesium-137 (^{137}Cs) in particular, is gradually decreasing in Chyhyryn and Cherkasy districts by $1,2 \times 10^{-3} \text{ Ki/km}^2$, in Uman – by $2,1 \times 10^{-3}$, in Kaniv – by $2,3 \times 10^{-3} \text{ Ki/km}^2$. The content of Strontium-90 (^{90}Sr) is slightly lower, but it also decreases over the years of research in Chyhyryn and Cherkasy districts by $0,7 \times 10^{-3} \text{ Ki/km}^2$, in Uman – by $1,0 \times 10^{-3}$, in Kaniv – by $1,1 \times 10^{-3} \text{ Ki/km}^2$.

It was found that the accumulation of radionuclides in vegetables and potatoes depends not only on soil type, but also on the biological characteristics of vegetable plants, among which cabbage and potatoes accumulate ^{137}Cs and ^{90}Sr the most, less accumulate table roots – beets and carrots.

The content of nitrates in vegetables and potatoes grown in the Cherkasy region was within the NTD. Onions and potatoes had a lower rate, in which the amount of nitrates gradually decreased over the years in accordance with radionuclide decrease in the soil. Beets had high rates but their nitrate content decreased over the years of research.

The results of research on the growth, development and formation of a high level of productivity of spinach, celery, beets, carrots, depending on the use of absorbents and biological products on the background of contamination of chernozem podzolic with ionizing radionuclides show the influence of heavy metals on growthcrop capacity.

Growing spinach on the background of the use of various forms of absorbent contributed to the increase in the number of leaves and the introduction of gel absorbent to the form of Matador class increased the number of leaves to 22 pcs./plant., in the Malachite class - up to 23 pcs./plant, which increased control for 6–7 pcs./plant.

The work proved that the use of different forms of absorbents in the cultivation of celery stalks contributes to the production of high quality stalks and celery harvest increase. The length of celery scape, depending on absorbent class and shape varied between 27.9–34.8 cm and was greater with the use of granules – 30.2–34.4 cm and gel – 34.6–34.8 cm, and the area of the leaves in the Monarch class with tablets application– 16.9 thousand m²/ha.

The application of the gel had a positive effect on the level of celery yield. The weight of the vegetative part of the plant was greater with the use of gel in Anita class – 417.6 g, Monarch – 245.4 g, Diamond – 265.7 g. The highest yield was of Anita class with the use of gel – 43.5 t/ha, lower – for Diamond 39.8 t/ha and for Monarch – 36.8 t/ha. The regression equations confirmed that with the increase of scape length and diameter, and the mass of the aboveground part of the plant, respectively, the yield increases ($R^2 = 0.6768–0.9173$). It was found that there is a strong positive correlation between plant weight and number of leaves ($r = 0.90$), plant weight and rosette diameter ($r = 0.79$), yield and weight of one plant

or weight of one plant ($r = 0.85$). The quantitative part of the LSD_{05} yield was 0.02–0.03, which indicates that the values between their repetitions and variants are reliable.

The use of biologicals and the formation of highly productive crops of table roots based on preserving and reproducing of soil fertility, reducing of man-made load, the principles of obtaining products with high content of biologically active substances showed a positive impact on growth and development, yield and biochemical quality of vegetable products.

The analysis of the obtained data showed that table beets and table carrots developed differently and reacted differently in the phases of growth and development depending on the introduced biological products. Phases of growth and technical ripeness of harvesting carrots of Nantes and Vitamin 6 varieties began on 121–129 day and were longer in control and with the use of Solyutin and Chlorella – 128–129 days, and shorter - with the use of the biological product Helprost, Helprost + Phytohelp, Solyutin + Phytohelp – 121–125 days.

It was proved that beet and carrot plants differed in height compared to those before the control. Thus, the use of a mixture of Helprost+Phytohelp for carrots varieties Nantes and Vitamin 6 increased plant height to 49–50 cm, which is significantly higher than the control by 16–17 cm. Slightly lower were the plants of table carrots Nantes with the use of Liposam and Chlorella 44–47 cm, which is significantly higher than the control by 11–14 cm. The lower result differed plants treated with Helprost – 42–46 cm, higher than the control by 8–12 cm. The use of a mixture of drugs Solyutin+Phytohelp improves the condition of plants and their height increases from 35 cm to 43 cm and increases control by 10 cm.

The number of leaves differed in beet and carrot plants compared to those before controls. When using a mixture of drugs Helprost, Helprost+Phytohelp, Solyutin+Phytohelp and Liposam, the number of leaves on the plant was the highest and was 10–11 pcs./plant, which is higher than the control by 4–5 pcs./plant. The highest result also differed plants treated with the drug Helprost – 10 pcs./plant. Which is higher than the control by 4 pcs./plant.

The area of leaves in beets and carrots in comparison with the control was the highest for the use of biological products Helprost+Phytohelp 28.3–28.7 thousand m²/ha, which is significantly higher than the control by 13.6–14.8 thousand m²/ha. The area of leaves was slightly lower with the use of other drugs and mixtures 21.8–22.6 thousand m²/ha. The highest of the net photosynthesis performance for beets and carrots was obtained with the use of biological products Helprost, Helprost + Phytohelp 3.62–3.69 g/m² per day. In the control indicator was 2.57 g/m² per day. The use of biologicals Helprost, Helprost+Phytohelp and Solyutin+Phytohelp improves the growth of plants, the condition of the pigment system and has a positive effect on the amount of chlorophyll a and b, there is an increase in carotenoids to 0.41–0.49 mg/g.

The use of Helprost+Phytohelp increased the weight of beet root to 255–350 g and carrots to 63–64 g, which is significantly higher than the control by 9–10 g. yield 52.4–63.7 t/ha and table carrots of Nantes and Vitamin 6 varieties - 26.1–28.6 t/ha. The use of biological products Solyutin+Phytohelp improves the condition of carrot plants and the commodity yield increases to 26.0 t/ha and exceeds the control by 3.2 t/ha.

Product quality indicators increased respectively with the use of Helprost and Helprost + Phytohelp and depending on the drug and variety, the content of dry soluble matter in carrot plants increased and reached 5.8–6.7 %, sugars – 6.61–6.79 %, vitamin C – 5.8–6.7 mg / 100 g of crude matter, respectively.

The mathematical relationship has a high level of adequacy, as the regression coefficients are 0.354–0.699 and indicate the existence of a strong inverse linear connection between carrot yield and quality indicators.

The calculation of economic efficiency showed that the cultivation of vegetables and potatoes with the use of absorbents and bio-preparations is quite effective and the highest amount of conditionally net profit was obtained for growing onions and cabbage – 83881–110689 uah/ha, and the level of profitability is 162–177 %. The coefficient of bioenergy efficiency was higher than one, which indicates the efficiency of growing vegetable plants 3–4.

The use of absorbents in the open ground for spinach in comparison with the control made it possible to obtain a higher amount of conditionally net profit for the application of gel and small granules, which in the variety Matador corresponded to 51859 and 50467 uah/ha, in the variety Malachite – 46782 and 37822 uah/ha. The profitability of the use of new drugs for the Matador variety reached 75 %, the Malachite variety – 69–75 %, Kbe – 3.0–3.2.

The use of Helprost + Phytohelp preparations for the Delicatessen variety of beets made it possible to obtain a higher amount of conditionally net profit – 93603 grn/ha, the Red Ball variety – 88353 grn/ha. The highest profitability was obtained by applying a mixture of drugs Helprost + Phytohelp under table beets of Delicatessen variety 151 %, Red Ball variety – 117 %, which is 33% higher than in the control, Kbe 3.9–4.1.

The use of biological products Helprost + Phytohelp for table carrots of the Nantes variety made it possible to obtain a higher amount of conditionally net profit – 28103 uah/ha, of the Vitamin 6 variety – 29603 uah/ha. The highest level of profitability was obtained by applying a mixture of biologicals Helprost + Phytohelp to the variety of Nantes – 67%, Vitamin 6 – 71%, which is higher than in the control by 30 %, Kbe – up to 3.4–3.7.

Key words: *heavy metals, radionuclides, Cesium-137 (¹³⁷Cs), Strontium-90 (⁹⁰Sr), vegetable plants, potatoes, absorbents, biological products, yield, quality indicators.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. O. I. Ulianych, S. V. Schetyna, G. Ya. Slobodianyuk, A. G. Ternavskiyi, **O. V. Kukhniuk**, I. A. Didenko Ecological Status of Soils and Vegetable Products in Cherkasy Region. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. 8(3). 10–19. URL: <https://www.ujecology.com/articles/ecological-status-of-soils-and-vegetable-products-in-cherkasy-region.pdf> (Web of Science).

2. O. Ulianych, V. Yatsenko, I. Didenko, N. Vorobiova, **O. Kukhniuk**, O. Lazariev and S. Tretiakova. Agrobiological evaluation of *Allium ampeloprasum* L. variety samples in comparison with *Allium sativum* L. Cultivars. *Agronomy Research*. 17(X), 2019. URL: <https://doi.org/10.15159/ar.19.192>.
3. Воробйова Н. В., **Кухнюк О. В.**, Прудкий Р. І. Нанотехнології в овочівництві України. VI (21), Issue 179, 2018 Sept. *SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION. Natural and Technical Sciences*. С.13–15 URL: <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21-03>.
4. Улянич О. І., Діденко І. А., **Кухнюк О. В.**, Прудкий Р. І. Урожайність і якість шпинату і селери залежно від форми гідрогелю. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Ч. І. Сільськогосподарські науки. Вип. 93. 2018. С.209–221. DOI 10.31395/2415-8240-2018-93-1-209-221.
5. Кухнюк О. В. Моніторинг забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області та їх міграція в овочеву продукцію. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. Вип. № 1 (20). Т. 1. С.144–146.
6. Улянич О. І., Щетина С. В., Слободяник Г. Я., Лук'янець О. Д., Воєвода Л. І., **Кухнюк О. В.** Сучасний спосіб розмноження цикорію салатного. *Овочівництво і багтанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2019. Вип. 65. С. 54–62.
7. Olena Ulyanych, Sergey Shchetina, Zoya Kovtunyk, Lilia Voevoda, Igor Didenko, **Oksana Kukhniuk** The introduction and yield capacity of garden endive in the Right-Bank Forest steppe of Ukraine. *JOURNAL OF NATIVE AND ALIEN PLANT STUDIES*. № 15. 2019. С. 151–158. DOI: <https://doi.org/10.37555/.15.2019.185021>
8. Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Яценко В. В., **Кухнюк О. В.** Акумулявання радіонуклідів Цезію-137 і Стронцію-90 у картоплі і овочах, вирощених на Черкащині. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч.І. Сільськогосподарські науки. Вип. 96. 2020. С.467–478. DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-467-478.

9. Кухнюк О. В. Дослідження акумуляції важких металів сільськогосподарською продукцією Черкаської області. *Таврійський науковий вісник*. Вип.115. Серія: Сільськогосподарські науки. 2020. С.97–102.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Улянич О.І., Діденко І. А., **Кухнюк О.В.** Уміст мікроелементів у овочевих коренеплодах. *Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали VII Міжнародної наукової конференції, присвяченої 150-річчю створення факультету агрономії Уманського національного університету садівництва: (Парієві читання) (м. Умань, 19–21 березня 2018 р.)*. Умань, 2018. С. 273–274.

11. Улянич О. І., **Кухнюк О. В.** Органічна овочева продукція, вирощена на фоні забруднення ґрунтів у Черкаській області. *Технологічні аспекти вирощування часнику, цибулевих і сільськогосподарських культур: сучасний погляд та інновації: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Умань, 30 травня 2018 р.)*. Умань, 2018. С. 90–91.

12. Улянич О. І., Сорока Л. В., **Кухнюк О. В.**, Воєвода Л. І. Ботанічні і морфологічні ознаки та лікувальні властивості цикорію салатного. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції, м. Умань, (30 травня, 2018 р.)* Умань, 2018. С.172–175.

13. Улянич О. І., Сорока Л. В., Воєвода Л. І., **Кухнюк О. В.** Застосування біопрепаратів для отримання органічної продукції салатних рослин. *Актуальні питання аграрної науки: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС: (м. Умань, 15 листопада 2018 р.)*. Київ, 2018. С 176–178.

14. Кухнюк О. В. Динаміка вмісту радіонуклідів у ґрунтах Черкащини та їх накопичення в овочах і картоплі. *Сучасні тенденції розвитку української науки: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (м.*

Переяслав-Хмельницький, 21–22 березня 2018 р.). Переяслав-Хмельницький, 2018 р. С. 52–56.

15. Кухнюк О. В. Накопичення цезію-137 і стронцію-90 у ґрунтах та овочах Черкащини. *Сучасний рух науки: матеріали VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції* (м. Дніпро, 4–5 квітня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 624–626.

16. Кухнюк О. В. Експериментальні дослідження концентрації важких металів в овочевих культурах Черкаської області. *PRIORITY DIRECTIONS OF SCIENCE DEVELOPMENT: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Львів, листопад 2019 р.). Львів, 2019. С.12–17.

17. **Кухнюк О. В.**, Борисенко Н. М. Особливості накопичення важких металів у лікарській рослинній сировині. *Лікарські рослини та перспективи досліджень: збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції, присвяченої 140-річчю з дня народження П.І.Гавсевича (с. Березоточа, 13–14 червня 2019 р.)*. Березоточа, 2019, С. 139–141.

18. Олена І. Улянич, Сергій В. Щетина, Ольга П. Накльока, Лілія І. Воевода, Оксана Д. Лук'янець, **Оксана В. Кухнюк**, Вячеслав В. Яценко, Наталія О. Остапенко. Етно-ботанічні особливості, поширення виду та внутрішньовидова класифікація часнику. *Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні: матеріали II Міжнародної наукової конференції, присвяченій 210-річчю від дня народження Чарльза Дарвіна* (м. Умань, 3–6 липня 2019 року). Умань, 2019. С. 250–254.

19. Улянич О. І., **Кухнюк О. В.**, Чміль М. М. Умови отримання екологічно безпечної продукції лободових рослин. *Актуальні питання аграрної науки: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва*(м. Умань, 21 листопада 2019 р.). Київ, 2019. С. 123–124.

20. Улянич О. І., Шевчук К. М., Безверхній В. В., **Кухнюк О. В.** Господарська оцінка місцевих форм часнику ярого у Правобережному Лісостепу України. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від*

вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки): матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V-го наукового форуму Науковий тиждень у Крутах – 2020 (с. Крути, 12 березня 2020 р.) Крути, 2020. Том 3. С.157–160.

21. **Кухнюк О. В.**, Коцюрuba В. П., Акумулявання радіонуклідів овочевими культурами, що вирощені на ґрунтах Правобережного Лісостепу України. *SCIENCE, SOCIETY, EDUCATION: TOPICAL ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS*: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 17–18 лютого 2020 р.). Харків. 2020. С. 30–33.

22. **Кухнюк О. В.**, Борисенко Н. М., Куценко Н. І. Вміст ефірної олії в сировині ромашки лікарської сорту Перлина Лісостепу залежно від часу збирання суцвіть. *Перспективні напрямки наукових досліджень лікарських та ефіроолійних культур*: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Березоточа, 25 березня 2020 р.). Березоточа, 2020. С. 174–176.

23. Улянич О. І., **Кухнюк О. В.**, Коцюрuba В. П. Проблема забруднення важкими металами основних сільськогосподарських культур у Правобережному Лісостепу України. *EURASIAN SCIENTIFIC CONGRESS: abstracts of VI International Scientific and Practical Conference (Barcelona, 14–16 June 2020)*. Barcelona, 2020. P. 38–42.

24. Улянич О. І., Воробйова Н. В., Яценко В. В., **Кухнюк О. В.** Накопичення радіонуклідів у картоплі і овочах. *Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні*: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (м. Умань, 12 червня 2020 р.). Умань, 2020. С.56–58.

25. **Кухнюк О. В.**, Борисенко Н. М., Куценко Н. І. Оцінка ромашки римської за біоморфологічними показниками та виходом ефірної олії. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх*

технологій: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Полтава, 29–30 червня 2020 р.). Полтава, 2020. С. 168–170.

26. Кухнюк О. В., Коцюруба В. П. Проблема вмісту нітратів у харчових продуктах рослинного походження Черкаської області. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку*: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції. (м. Херсон, 22–23 жовтня 2020 р.), Херсон, 2020. С. 380–384.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень символів, одиниць, скорочень і термінів	20
ВСТУП	21
РОЗДІЛ 1. АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧЕВИХ РОСЛИН ТА УМОВИ ОТРИМАННЯ ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	28
1.1 Важкі метали та їх еколого-біологічне значення	28
1.2 Накопичення і міграція важких металів та радіонуклідів у ґрунтах України	35
1.3 Забруднення важкими металами та радіонуклідами овочів та картоплі	41
1.4 Урожайність і якість овочів залежно від умов живлення, застосування абсорбентів, біопрепаратів	48
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I	52
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ I	55
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	72
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень	72
2.2 Схема дослідів і методика проведення досліджень	81
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II	88
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ II	88
РОЗДІЛ 3. НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ЦЕЗІЮ-137 І СТРОНЦІЮ-90 ОВОЧЕВИМИ РОСЛИНАМИ ТА КАРТОПЛЮ НА ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ	92
3.1 Накопичення і міграція радіонуклідів у чорноземі опідзоленому у районах Черкаської області	93
3.2 Накопичення і вміст радіонуклідів у овочевій продукції та картоплі у окремих районах Черкаської області	96
3.3 Урожайність овочів і картоплі у розрізі районів Черкаської області	100
3.4 Якість овочів і картоплі у районах Черкаської області залежно від рівня радіонуклідів	101
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ III	105
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ III	106
РОЗДІЛ 4 ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТА ВПЛИВ АБСОРБЕНТИВНА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ОВОЧЕВИХ РОСЛИН	110
4.1 Вміст радіонуклідів у ґрунті залежно від форми абсорбенту, внесеного під овочеві рослини	111
4.2 Фенологічні і біометричні спостереження за овочевими рослинами залежно від форми абсорбенту	113
4.3 Урожайність овочевих рослин залежно від форми абсорбенту	118
4.4 Якість продукції овочевих рослин залежно від форми абсорбенту	124
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ IV	127

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ IV	128
РОЗДІЛ 5. РІСТ, РОЗВИТОК ТА УРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКУ СТОЛОВОГО СОРТІВ ДЕЛІКАТЕСНИЙ І ЧЕРВОНА КУЛЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ БІОПРЕПАРАТІВ	131
5.1. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату	1
5.2. Біометричні спостереження за ростом і розвитком буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату	134
5.3. Маса коренеплоду та урожайність буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля	139
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ V	142
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ V	143
РОЗДІЛ VI РІСТ, РОЗВИТОК ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ МОРКВИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ БІОПРЕПАРАТІВ	147
6.1 Фенологічні спостереження за ростом і розвитком моркви посівної сортів Нантська та Вітамінна б	148
6.2 Біометричні спостереження за ростом і розвитком моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна б	151
6.3. Чиста продуктивність фотосинтезу моркви посівної залежно від сорту та біопрепарату	156
6.4 Маса коренеплоду, врожайність і якість моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна б залежно від дії біопрепарату	160
6.5 Математичне моделювання врожайності моркви посівної	167
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ VI	169
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ VI	172
РОЗДІЛ 7. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ, ВНЕСЕНИХ АБСОРБЕНТІВ І БІОПРЕПАРАТІВ	175
7.1. Економічна ефективність вирощування овочів і картоплі залежно від вмісту важких металів	175
7.2. Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування шпинату городнього залежно від внесених абсорбентів	178
7.3 Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування буряку столового за застосування біопрепаратів	181
7.4 Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування моркви посівної за застосування біопрепаратів	186
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ VII	190
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ VII	192
ВИСНОВКИ	193
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	197
ДОДАТКИ	198

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВМ – важкі метали;

Вип. – випуск;

г – грам;

грн – гривня;

зб. – збірник;

ІОБ НААНУ – Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України;

і т. д. – і так далі;

і ін. – і інше;

Кі/км² – одиниця радіоактивності, що дорівнює радіоактивності речовини, у якій упродовж 1 сек відбувається $3,7 \times 10^{10}$ радіоактивних розпадів.

Бк – Беккерель. $1 \text{ Кі} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$.

Кбе – коефіцієнт біоенергетичної ефективності

кг – кілограм;

кДж – кілоджоуль;

км² – кілометр квадратний;

м² – метр квадратний;

мг – міліграм;

р. – рік;

рр. – роки;

рис. – рисунок;

Т. – том;

т – тонн;

табл. – таблиця;

тис. га – тисяч гектарів;

ФАР – фотосинтетично-активна радіація

ч. – частина;

шт. – штук.

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва найбільш гостро постає питання збалансованого агроекологічного підходу до вирощування овочевих культур. У багатьох наукових літературних джерелах наводиться суперечлива інформація щодо впливу важких металів та біопрепаратів на кількісні та якісні показники овочів. Більшість досліджень базується на вивченні біології культури. Проте у зв'язку із значним використанням у традиційних технологіях вирощування абсорбентів і біопрепаратів у більшості випадків екологічні аспекти вирощування не розглядалися.

Питаннями вивчення особливостей росту і розвитку овочів, потреби у елементах живлення розглядали такі видатні вчені як Р. І. Шредер, Е. А. Грачов, В. І. Едельштейн. Вагомий внесок у розвиток овочівництва України зробив академік ВАСГНІЛ, доктор с.-г. наук, професор П. Ф. Сокол. Велике значення мали також роботи професорів В. І. Біляка, Ф. А. Ткаченка, Г. Є. Усика, П. М. Білецького, В. М. Маркова, О. Ю. Барабаша, С. І. Корнієнко, Т. К. Горової та багатьох інших вітчизняних науковців. Усі дослідження присвячено вирощуванню овочевих рослин, отриманню високих урожаїв та біологізації виробництва. Вивчаючи особливості екологічного виробництва, науковці зосередили увагу на шляхах вирішення проблем сучасного землеробства, на тенденціях розвитку ринку овочевої продукції, на умовах вирощування екологічно чистої овочевої продукції в Україні. Окрім того, багато інших питань екологічного виробництва вирішують такі вчені як С.А. Вдовенко, В.В. Хареба, О.В. Хареба, З.Д. Сич, В.І. Овчарук та ін. Найбільш проблематичним і найменш вивченим складником біологізованого виробництва є застосування абсорбентів і біопрепаратів у технології вирощування овочів в умовах забруднення ґрунту важкими металами.

Актуальність і новизна питань із забезпеченості населення України якісною овочевою продукцією у достатній кількості не викликає жодного сумніву. У зв'язку із вищевикладеним, нами проведено дослідження щодо вивчення технологічних аспектів вирощування овочів, зокрема із застосуванням біопрепаратів, саме з урахуванням екологічного впливу як на ростові процеси, так і на кількісні та якісні показники. Проаналізовані особливості різних абсорбентів та біопрепаратів та їх ефективність за умов забруднення ґрунту важкими металами і радіонуклідами. Здійснено порівняльний аналіз застосування абсорбентів і біопрепаратів, що дало змогу комплексно оцінити вплив елементів технології вирощування на біометричні, фенологічні показники, урожайність і якість продукції та її безпечність.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу з питань обґрунтування екологічної безпеки й ефективності виробництва овочів і картоплі в умовах забруднення важкими металами виконано у 2017–2021 рр. відповідно до загальної наукової тематики Уманського національного університету садівництва та кафедри овочівництва «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України», номер державної реєстрації 0101U004495, з 2020 р. – 0116U003207, підрозділу «Використання біологічного потенціалу овочевих, баштанних і лікарських культур та картоплі на основі інноваційних технологій в Лісостепу України».

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень передбачалося обґрунтування агроєкологічних особливостей впливу різних умов вирощування на ріст, розвиток, продуктивність овочів та екологоекономічні показники отриманої продукції.

Для реалізації поставленої мети у дослідженнях передбачалося вирішення таких завдань:

– опрацювати науково-методологічну основу, провести оцінку сучасного стану виробництва продукції овочів і картоплі у відкритому ґрунті

та обґрунтувати систему показників екологічної безпеки й ефективності виробництва овочів у відкритому ґрунті;

- оцінити вплив умов вирощування на динаміку біометричних та фенологічних показників овочів;

- дослідити агроекологічні особливості впливу умов вирощування на вміст нітратів, радіонуклідів і важких металів у продукції овочів;

- розробити систему заходів, спрямованих на підвищення продуктивності та якості продукції;

- вивчити шляхи підвищення продуктивності шпинату городнього і селери черешкової за застосування різних форм абсорбентів та розробити технологічні заходи підвищення їх продуктивності;

- вивчити шляхи підвищення продуктивності буряку столового і моркви столової за застосування біопрепаратів та розробити технологічні заходи підвищення їх продуктивності;

- підібрати для овочів найбільш ефективні форми абсорбенту і біопрепарати;

- оцінити та порівняти хімічний склад овочів залежно від елементів технології вирощування;

- дати біоенергетичну оцінку та встановити економічну ефективність технології вирощування овочів із застосуванням абсорбентів і біопрепаратів;

- запропонувати практичні рекомендації з освоєння технології вирощування овочів з метою зменшення надходження важких металів у овочеву продукцію.

Об'єкт дослідження: агробіологічна оцінка процесів росту й розвитку, закономірності формування високого рівня урожайності овочів і картоплі та вміст важких металів, радіонуклідів, мікроелементів та нітратів у товарній продукції залежно від застосування біопрепаратів і абсорбентів.

Предмет дослідження – фенологічні зміни, біометричні показники та параметри врожайності овочів і картоплі, окремі показники хімічного складу товарної продукції залежно від біопрепаратів і абсорбентів.

Методи дослідження. Згідно з темою наукової роботи проводилися комплексні дослідження із застосуванням традиційних і сучасних методів.

Польовий метод використовували для відбору ґрунтових та рослинних зразків, проведення польових мікроділяночних дослідів, для дослідження росту, розвитку овочів та їх продуктивної функції, а також для спостереження за процесами росту, розвитку і формування якості продукції. Лабораторний – для проведення фізико-хімічних та агрохімічних досліджень ґрунту, визначення кількості нітратів, радіонуклідів і важких металів у ґрунті та продукції, а також для оцінки якості. Виробничий – для перевірки результатів дослідження у виробничих умовах. Аналітичний метод для аналізу отриманих результатів та їх наукового обґрунтування. Математично-статистичний включав математичну і статистичну обробку отриманих результатів. Економіко-математичний та біоенергетичний методи застосовано для визначення ефективності технології виробництва овочів.

Наукова новизна одержаних результатів. Проведено комплексні теоретичні й експериментальні дослідження, які дозволили вирішити питання екологічнобезпечної технології вирощування овочів за зниження вмісту важких металів.

Уперше:

- теоретично обґрунтовано і експериментально доведено біологічну здатність овочів до формування високої урожайності та отримання товарної екологічнобезпечної продукції за зменшення вмісту важких металів у овочевій продукції;

- визначено біологічний потенціал овочів та їх адаптивну здатність до забруднення ґрунту важкими металами;

- встановлено, що абсорбенти у засушливих умовах сучасного клімату ефективні для підвищення урожайності шпинату городнього, селери черешкової, за яких не погіршується якість продукції в умовах забруднення важкими металами чорнозему опідзоленого важкосуглинкового;

– встановлено закономірності проходження процесів росту і розвитку рослин буряка столового і моркви посівної та формування продуктивності і якості коренеплодів залежно від дії біопрепаратів, а також визначено кращий з них.

Удосконалено технологію вирощування овочів, встановлено вплив забруднення важкими металами чорнозему і сорту на масу та висоту рослини, площу листової пластинки загальну площу листків, показник фотосинтезу, кореляційні залежності між показниками росту рослин, урожайністю залежно від розроблених елементів технології. Розраховано економічну ефективність вирощування моркви посівної із застосуванням різних біопрепаратів з урахуванням умов вирощування.

Набуло подальшого розвитку визначення енергетичної цінності надземної маси зеленних рослин і коренеплодів та економічний аналіз елементів екологобезпечної технології вирощування овочів.

Практичне значення одержаних результатів. На основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено та рекомендовано сільськогосподарським товаровиробникам промислового, приватного і присадибного сектору на забруднених територіях вирощувати вітчизняні ранньостиглі сорти овочів. Доведено, що використання абсорбентів у формі гелю і гранул збільшує вихід товарної продукції шпинату городнього і селери черешкової на 4,1–10,8 т/га та біопрепаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп для буряку столового і моркви посівної – на 4,2–29,4 т/га. Проведено агроекологічну оцінку умов вирощування овочів на території районів Черкаської області Правобережного Лісостепу України.

Основні результати досліджень пройшли виробничу перевірку і показали високу економічну ефективність у ФГ «Максим» Маньківського району (2020 р.), НВВ Уманського НУС (2020 р.). Результати досліджень увійшли до курсу лекцій кафедри природничих дисциплін Черкаської медичної академії.

Особистий внесок здобувача полягає у аналізі джерел наукової вітчизняної і зарубіжної літератури за темою дисертації, самостійному узагальненні, аналізі та статистичній обробці отриманих результатів. Автором сформульовано основні положення кваліфікаційної роботи, зроблено обґрунтовані висновки, підготовлено рекомендації виробництву. Публікації виконано автором самостійно та у співавторстві, де внесок здобувача полягає у проведенні польових досліджень, теоретичному узагальненні результатів, систематизації та підготовці наукових праць до друку, частка участі складає 50–80 %, написанні та оформленні кваліфікаційної роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи оприлюднено на засіданнях кафедри овочівництва УНУС (2018–2020 рр.), на Міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних конференціях, зокрема: VII Міжнародній науковій конференції: (Парієві читання) Селекційно-генетична наука і освіта (присвяченій 150-річчю створення факультету агрономії Уманського національного університету садівництва), (м. Умань, березень 2018 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції: Технологічні аспекти вирощування часнику, цибулевих і сільськогосподарських культур: сучасний погляд та інновації (м. Умань, травень 2018 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції: Актуальні питання аграрної науки, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС (м. Умань, листопад 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції: Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах (м. Умань, травень 2018 р.); VI Міжнародній науково-практичній конференції: Актуальні питання аграрної науки, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС (м. Умань, листопад 2018 р.); VI Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції: Сучасний рух науки (м. Дніпро, квітень, 2019 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції: PRIORITY DIRECTIONS OF SCIENCE

DEVELOPMENT (м. Львів, листопад 2019 р.); IV Міжнародній науковій конференції: Лікарські рослини та перспективи досліджень, присвяченої 140-річчю з дня народження П. І. Гавсевича (с. Березоточа, червень 2019 р.); II Міжнародній науковій конференції, присвяченій 210-річчю від дня народження Чарльза Дарвіна: Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні (м. Умань, липень 2019 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції: Актуальні питання аграрної науки, присвяченій 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва (м. Умань, листопад 2019 р.); VIII Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції: Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні (м. Умань, червень 2020 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції: Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій (м. Полтава, червень 2020 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції: Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку (м. Херсон, жовтень 2020 р.).

Результати роботи демонструвалися на університетських і міських (Умань, 2017–2019 рр.), обласних (Черкаси, 2017–2019 рр.) та загальнодержавних (Київ 2017–2018 рр.) виставках.

Результати досліджень повністю висвітлено у 26 друкованих працях, з яких дві статті у закордонних виданнях країн ЄС, сім – у фахових виданнях України. Матеріали дисертації апробовані у 17 матеріалах Міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференцій.

Дисертаційна робота викладена на 219 сторінках комп'ютерного тексту, з яких основний текст складає 180 сторінок та ілюстрована 41 таблицями і 15 рисунками. Робота містить анотацію, вступ, сім розділів, висновки, рекомендації, 18 додатків. Список використаних джерел літератури налічує 292 посилання, у т.ч. 35 латиницею.

РОЗДІЛ 1

АГРОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН ТА УМОВИ ОТРИМАННЯ ЕКОЛОГІЧНО-БЕЗПЕЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ (огляд літератури)

1.1 Важкі метали та їх еколого-біологічне значення

Населення України та країн Європейського Союзу потребують екологічно чистих продуктів харчування рослинного походження. Останнім часом дане питання викликане значним перевищенням у продуктах харчування вмісту токсичних хімічних елементів, до яких належать важкі метали у порівнянні зі стандартними нормативами якості. У результаті інтенсивного розвитку промислового виробництва, збільшення щільності автотранспорту у біосфері відбувається стрімкий процес забруднення важкими металами ґрунтового шару, атмосферного повітря, водного середовища та рослин. Забруднення важкими металами є одним з найбільш поширених і найсильніших за дією хімічних забруднень [1, 3].

Забруднення важкими металами атмосфери, ґрунту, води знижує продуктивність сільськогосподарських і овочевих рослин та порушує природно сформовані фітоценози, викликає за певних умов деструкцію асиміляційного потенціалу фітомаси, призводить до порушення процесів органогенезу у вигляді специфічних змін, що виникають у рослин та погіршує якість продуктів сільського господарства [2, 4].

Результати моніторингу безпеки продуктів рослинного походження за останні роки показали, що у 0,80–3,82 % вивчених проб харчових продуктів по Україні відмічалось перевищення гігієнічних регламентів по свинцю; 0,60–4,68 % – по ртуті; 1,09–1,75% – по кадмію. Із 10 % проб продуктів рослинного походження, що містять солі важких металів, у половинивиявлено перевищування гранично-допустимих концентрацій (ГДК) [6].

Тому, у зв'язку з небезпечним впливом на організм людини важких металів, у рослинній сировині чітко нормується вміст Свинцю, Кадмію, Ртуті, Міді, Цинку, Олова та Миш'яку [7]. (Додаток А-1).

В опублікованих працях немає єдиного пояснення про те, які метали відносяться до важких. Так, за даними Реймерса М.Ф. та ін. до цієї групи включають метали з густиною 8 тисяч $\text{кг}/\text{м}^3$ (крім благородних та рідкісних). До них належать 11 металів – В, Со, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi. Часто у прикладних роботах до списку важких металів додають ще і Mn, Fe, Ag, W, Pt, Au [8, 9, 10, 15].

У хімічній енциклопедії подана технічна класифікація металів, за якою важкими метали є ті, що мають густину більше $5 \text{ г}/\text{см}^3$. До них відносять ті ж одинадцять металів, що названі М.Ф.Реймерсом, але замість хімічного елементу Бору (В) включено Залізо (Fe) [11, 12].

В якості критеріїв для важких металів вчені використовують наступні характеристики: густину, відносну атомну масу, токсичність, поширеність у природі, участь у природних та техногенних циклах, здатність до біоаккумуляції та біомагніфікації [11].

Відомо, що у різних сферах народного господарства широко застосовують більше 70 елементів періодичної системи, із яких 43 відносять до групи важких металів. Вони характеризуються високою здатністю утворювати металоорганічні комплекси завдяки незавершеним зовнішнім електронним оболонкам [12].

Таким чином, вчені дійшли висновку, що важкі метали – це елементи періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва з відносною атомною масою більше 50. Серед них: свинець, Цинк, Кадмій, Ртуть, Молібден, Хром, Нікель, Олово, Марганець, Кобальт, Титан, Мідь, Ванадій та інші. У цілому, їх нараховують понад 40 [15, 16].

За своїми властивостями важкі метали у різних середовищах здатні акумулюватися або мігрувати до об'єктів живої природи залежно від кліматичних умов, фізико-хімічних властивостей і рН середовища. Важкі

метали беруть активну участь у біологічних процесах, входять до складу багатьох ферментів, тому їх порівнюють з «мікроелементами». Проте, дані поняття відносяться до одних і тих самих елементів, але використовуються у різних значеннях, що характеризують перш за все їх концентрацію у ґрунті або рослинній продукції [10, 13].

На це питання звернули увагу під час дослідження родючості ґрунтів, оскільки такі елементи як Ферум, Манган, Купрум, Цинк, Молібден і Кобальт дуже важливі для життєдіяльності рослин, тварин і людей. Вони відомі під групою «мікроелементи», бо необхідні у малих кількостях. Однак, існують «мікроелементи», вміст яких у ґрунті досить високий, наприклад, Ферум, який займає четверте місце у складі земної кори. Мікроелементи можуть негативно впливати на рослини, якщо концентрація їх доступних форм перевищує певну межу [2, 14].

Важкі метали, такі як Ртуть, Свинець і Кадмій, не є життєво необхідними для рослин, тварин і людини, а навпаки, навіть за низьких концентрацій негативно впливають на ріст і розвиток біоти та здоров'я людини [2, 14].

Таким чином, найбільшу увагу приділяють токсичним металам, які мають широке використання у виробничих процесах і накопичуються у довкіллі, чим складають небезпеку для всього живого. До них належать (розташовані у порядку зростання їх атомних мас) V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Cd, Sn, Sb, Hg, Pb, Bi [15, 16, 19].

На сьогодні термін ВМ частіше всього вивчається не з хімічного, а з еколого-токсикологічного боку, зокрема, як вони впливають на загальний стан організму людини з урахуванням їх поширення та забруднення ними навколишнього середовища. З токсикологічної точки зору, чим менше значення гранично допустимої концентрації (ГДК) металу, тим він отруйніший [14, 16, 17].

Вивчення вмісту та властивостей ВМ були розпочаті у 50–60 роках ХХ століття з досліджень ґрунтів, а у 70-х вони розширились [18].

Академік В.І. Вернадський називав їх «розсіяними елементами», а О. П. Виноградов – «мікроелементами». Наприкінці 1970–80 рр. проблема мікроелементів стала переростати у проблему хімічного забруднення, що останнім часом повертає все більше уваги. Саме з цього часу з'являється термін «важкі метали», як забруднювачі довкілля. Ці елементи проявляють металічні властивості, мають густину більше 5 г/см³, а відносну атомну масу більше 50 [14, 18, 19].

Однак, багато мікроелементів, включаючи й життєво необхідні для живих організмів, в аномально високих концентраціях токсичні для рослин, тварин і людини, що підтверджує визначальне значення концентрації елемента у ґрунті та варіативності форм його сполук. За ступенем небезпечності для живих організмів важкі метали поділяють на три класи. До першого класу небезпечності крім Hg, Cd, Pb, As, Se віднесено й такий важливий мікроелемент як Zn, а Cu віднесена до класу помірно-небезпечних (2-клас) [3, 21, 61] (Додаток А-1).

Уявлення про обов'язкову токсичність важких металів, надалі ВМ, є помилковим, оскільки до цієї групи належать залізо, мідь, цинк, молібден, марганець, тобто елементи, які мають позитивне біологічне значення. Поняття «важкі метали» деякі вчені вважають не коректним і пропонують замінити на термін «метали-екотоксиканти», щоб розуміти, як дія такого металу в кількостях, які перевищують екологічний оптимум, негативно впливає на біоту [16, 20, 21]. (Додаток А-2).

З'ясовано, що ВМ відіграють двояку біологічну роль у живих організмах, зокрема у малих концентраціях вони входять до складу ферментів, які регулюють обмін речовин, а в більших кількостях негативно впливають на живі організми. Однак існує група металів, за якими закріпилось лише одне негативне поняття «важкі» у розумінні «токсичні» – Ртуть, Кадмій, Свинець [2, 22].

Важкі метали, що потрапили в організм людини, виводяться з нього дуже повільно і накопичуються переважно у печінці. У зв'язку з цим

продукція рослинництва, вирощена навіть на слабозабруднених ґрунтах, здатна викликати кумулятивний ефект, зумовлюючи поступове збільшення вмісту важких металів в організмі тварин і людей. Допустима кількість важких металів, яку людина може споживати із продуктами харчування без ризику захворювання, коливається в залежності від виду металу і становить: для свинцю – 3, кадмію – 0,4–0,5, ртуті – 0,3 мг на тиждень [23].

Механізми токсичного впливу важких металів та їх солей на рослини, тварини і людину до кінця не з'ясовані. За спостереженнями хіміків, токсикологів та екологів отруєння солями важких металів обумовлені перш за все зв'язуванням катіонів названих сполук з сульфгідрильними групами SH (рецепторами), які містяться в молекулах білків. Особливо міцно сполучаються групи білків з іонами Арсену, Сурми, Ртуті та Вісмуту [24].

У результаті токсичного впливу сполук ВМ відбувається порушення функціонування ряду життєво важливих систем організму та ініціювання небажаних процесів, зокрема іони металів стабілізують і активують білки, що входять до складу ферментів, а під час «металевого отруєння» відбувається конкуренція між необхідними і токсичними іонами за володіння місцями зв'язування у білках і багатобілкові макромолекули здатні вступати у взаємодію з наступними важкими металами: Cd, Hg, Pb та ін. Установлено, що в організмі катіони металів зв'язуються з білковими речовинами, амінокислотами, пептидами та іншими життєво важливими речовинами. Міцність утворених сполук залежить від природи металів, наявності відповідних функціональних груп у молекулах речовин, які зв'язуються з металами, природи зв'язків утворених сполук чи комплексів тощо [25, 26].

Вченими на сьогодні точно не встановлено з якими білковими макромолекулами реакції важких металів найбільш шкідливі, оскільки у процесі метаболічних перетворень «металічні» отрути в організмі зазнають окиснення, відновлення, кон'югації, гідролізу під дією ферментних систем. Токсичні іони розподіляються між багатьма тканинами і не завжди найбільша шкода відповідає найбільшій концентрації металу. Так,

наприклад, більшість Свинцю (90 %) знаходиться у кістках, проте його токсичність виявляється за рахунок решти 10 %, розподілених у інших тканинах людського організму [27, 28]. (Додаток А-3).

Існує кілька механізмів потрапляння важких металів до організму людини: інгаляційний, пероральний, у т. ч. аліментарний та через шкіру. Останній із механізмів не має істотного значення, бо найбільш серйозна токсична дія важких металів виникає під час вдихання повітря з пилом, особливо на промислових підприємствах. Органи дихання є мішенню для важких металів під час вдихання пару. Гостра дія призводить до подразнення і запалення дихального тракту, тоді як хронічний вплив може викликати утворення ракової пухлини. Особливо небезпечні для людини частинки діаметром 0,1–1 мкм, які ефективно адсорбуються легенями. Легені поглинають іони металів, які надходять потім у рідкі середовища організму у десять разів швидше, ніж у шлунково-кишковий тракт. Але, інгаляційне отруєння зустрічається нечасто і основний спосіб проникнення токсичних металів в організм – аліментарний, з продуктами харчування і водою [28, 29, 30].

Оскільки рослинна продукція, зокрема овочі, є незамінною у раціоні харчування людини, то разом з нею небезпечні хімічні речовини потрапляють і до організму людини, де залишаються назавжди. Досягаючи певної концентрації в організмі, вони починають негативний вплив, викликаючи отруєння та генні мутації, впливають на центральну нервову систему, нирки, печінку, шкіру, кістки або зуби. Тому, для людського організму важкі метали навіть у малих концентраціях є канцерогенними або токсичними. Окрім того, що самі вони отруюють організм людини, вони ще й чисто механічно засмічують його, оскільки іони важких металів осідають на стінках найтонших систем організму і засмічують ниркові канали та канали печінки, таким чином, знижуючи фільтраційну здатність цих органів. Відповідно, це призводить до накопичення токсинів і продуктів асиміляції живих клітин організму людини, тобто самоотруєння [30, 31].

Практично усі метали є загальнопротоплазматичними отрутами, які здатні утворювати комплексні сполуки з компонентами клітини – амінокислотами та білками. Вони зв'язуються з сульфгідрильними групами, які відіграють важливу роль у перебігу багатьох фізіологічних та біохімічних процесів. Окрім того, такі метали, як Кадмій і Свинець, мають і прямий негативний вплив, акумулюючись у чоловічих статевих органах, викликають їх дисфункцію і впливають на нейроендокринну і гормональну системи [31].

Важкі метали володіють високою здатністю до різноманітних біологічних, хімічних та фізико-хімічних реакцій. Багато з них мають змінну валентність та беруть участь в окисно-відновних процесах, і, як інші хімічні речовини, здатні переміщатися та перерозподілятися у навколишньому середовищі, тобто мігрувати [32, 33, 39].

Міграція сполук важких металів відбувається у вигляді органо-мінеральної складової. Частина органічних сполук, з якими зв'язуються метали, представлена продуктами діяльності мікробіології [32, 33, 34].

Ртуть, Свинець і Кадмій входять до переліку найбільш небезпечних забруднюючих речовин навколишнього середовища, узгоджений державами, що входять до складу ООН. Важкі метали мають здатність накопичуватись у різних органах і дуже повільно виводяться з організму. Так, період біологічного напіврозпаду Свинцю в організмі людини складає декілька років. У зв'язку з цим вживання рослинної продукції навіть вирощеної на слабко забруднених ґрунтах здатне викликати кумулятивний ефект і призвести до погіршення стану здоров'я людини [35, 36, 38]. (Додаток А-3).

Вивчення механізмів захисту від підвищених концентрацій важких металів знаходиться на ранній стадії. Часто у дослідженнях токсичності металів беруть до уваги лише можливий летальний ефект (гостра токсичність), однак сублетальний (хронічний) вплив може бути більш важливим, як на рівні індивідуальних організмів, так і на рівні груп популяцій.

1.2 Накопичення і міграція важких металів та радіонуклідів у ґрунтах України

У світі щороку викидається у навколишнє середовище більше 200 млн т оксиду Вуглецю (CO), 450 тис т Свинцю (Pb), 300 тис т Цинку (Zn), 8 тис т Кадмію (Cd), 145 млн т CO₂ і до 700 млн т техногенних та побутових газів [36, 37].

Важкі метали належать до числа найбільш небезпечних забрудників (екотоксикантів) довкілля. Насьогодні практично усі метали періодичної таблиці є забруднювачами природного середовища і залежно від роду джерела та властивостей розрізняються два типи важких металів: літогенні, тобто пов'язані з материнською породою і антропогенні, тобто такі, що потрапляють до ґрунту внаслідок діяльності людини [40, 41].

Джерелом важких металів у ґрунтах є: материнська порода, атмосферні опади (пил, дощі), біологічний матеріал – органічні речовини [41, 42, 43].

До збільшення концентрації важких металів у ґрунті призводять декілька факторів. Серед яких: накопичення у повітрі вихлопних газів транспортних засобів, вивіз мулу після очищення стічних вод на поля, зрошення полів стічними водами, залишки та викиди при експлуатації шахт та промислових майданчиків, внесення фосфорних та органічних добрив, застосування пестицидів і т.п. Залежно від вмісту ВМ у ґрунті, останні виступають як каталізаторами, так і інгібіторами ґрунтових біохімічних процесів [43, 44, 45].

В Україні щорічно в атмосферу викидається більше 10 млн.т. токсичних хімічних сполук, скидаються у водоймища 2,5 млрд.м³ забруднених стічних вод. Тому за останні роки у міських стічних водах кількість Свинцю збільшилась більше, ніж в 11 разів; Міді– 5,2; Нікелю– 4,8; Олова – 4,1; Цинку– 3,7; Кремнію – у 2,5 рази. Щорічно у р. Дніпро скидається 439 тис т сульфатів, 527 тис т хлоридів, 29 тис т нітратів, 613 т нафтопродуктів і т.п. [46, 47].

Антропогенні фактори також впливають на вміст ВМ у ґрунті, оскільки використовується надмірна кількість хімічних меліорантів і мінеральних добрив [18, 21, 48].

У ґрунт кожного року вноситься 17000 т пестицидів, 500000 т мінеральних добрив, з якими надходить 1800 т Pb; 400 т Cd; 2200 т Zn і 200 т Cu [50, 51, 67].

Такий стан речей веде до підвищеного навантаження важкими металами ґрунту, води та повітря. Доки ВМ міцно зв'язані зі складовими частинами ґрунту і є «важкодоступними», їх негативний вплив на ґрунт і навколишнє середовище незначний. Проте, як тільки умови навколишнього середовища дозволять перейти важким металам у ґрунтовий розчин, то з'являється пряма загроза забруднення ґрунтів, виникає можливість проникнення у рослини, а також в організми тварин і людей, які споживають ці рослини [52, 53].

Загроза забруднення ґрунтів та рослин ВМ залежить від: виду рослин, форм хімічних сполук у ґрунті, наявності елементів, що протидіють впливу важких металів і речовин, які утворюють з ними комплексні сполуки, адсорбції і десорбції, кількості доступних форм металів у ґрунті та ґрунтово-кліматичних умов [54, 55].

Таким чином, негативний вплив ВМ залежить від їх рухливості й розчинності у ґрунті. Контроль за зміною вмісту ВМ у природних середовищах, а також вивчення закономірностей розподілу їх сполук неможливі без знання факторів, що визначають рухливість даних елементів. При цьому поведінка металів в екосистемах багато в чому залежить від специфічності міграційних форм і вкладу кожної з них в загальну концентрацію елементів [56, 57, 58, 59].

Для розуміння міграційних процесів та оцінки токсичності ВМ недостатньо визначити тільки їх валовий вміст, необхідно диференціювати форми металів у залежності від хімічного складу і фізичної структури. Найбільшу небезпеку становлять лабільні форми, які характеризуються

високою біохімічною активністю та інтенсивно накопичуються у біологічних середовищах [59, 60, 61]. (Додаток А-4).

Міграційні процеси важких металів у ґрунтах обумовлені низкою факторів, найважливішими з яких є окислювально-відновні та кислотно-основні властивості ґрунтів, вміст у них органічної речовини, гранулометричний склад, а також водно-тепловий режим і геохімічний фон регіону [61, 66].

Рух сполук ВМ у ґрунтах може відбуватися з рідиною і суспензією, за допомогою коренів рослин або ґрунтових мікроорганізмів [62].

Адсорбція металів корінням рослин призводить до збіднення нижньої частини горизонту ґрунту даними елементами і збагаченню верхньої його частини внаслідок розкладання рослинних залишків. Перерозподілу вмісту металів за профілем сприяє і активність ґрунтової біоти. Однак однією з найбільш важливих форм є міграція в рідкій фазі, так як більшість металів потрапляє у ґрунт у формі розчинних сполук або у вигляді суспензій, і фактично усі взаємодії між металами і компонентами ґрунту відбуваються на межі рідкої і твердої фаз [41, 63].

За ступенем рухливості у рідкій фазі ґрунту виділяють три основні форми: передколоїдну нерозчинну, колоїдну і частково розчинну. Важкі метали у зваженій формі можуть бути у складі алюмосилікатного матеріалу (акцесорні і адсорбовані), у формі мінеральних сполук (гідроксидів), у складі органо-мінеральних ДК- і ФК-комплексів, а також у формі складних комплексів змінного складу, що утворюються в результаті сорбції глинистими мінералами і гідроксидами гумусових і металоорганічних сполук [41, 64].

Можливими сполуками колоїдної групи ВМ можуть бути мінеральні, органічні та органо-мінеральні форми. У складі органо-мінеральних сполук метали можуть бути присутні у формі хелатів або складних металоорганічних комплексів змінного складу, що утворюються в результаті сорбції металів колоїдними органічними сполуками, а також утворених гідроксидами заліза,

марганцю, алюмінію і сорбованих на них молекул гіалуронової кислоти і фульвокислоти [65, 68].

До механізмів утримання металів ґрунтом відносять: обмінну адсорбцію на поверхні глини і гумусу, формування комплексних сполук із гумусом, адсорбцію й оклюзію гідратованими оксидами алюмінію, заліза, марганцю та ін., формування нерозчинних сполук, особливо під час відновлення [41, 66, 67]. (Додаток А-5).

В місцях розміщення хімічних, металургійних та інших виробництв в ґрунтовому покриві і вирощених там овочах, фруктах, ягодах, спостерігається підвищений вміст важких металів. За пріоритетністю нормування хімічні речовини розміщуються у наступній послідовності: пестициди та їх метаболіти, важкі метали, мікроелементи, нафтопродукти, сірчисті сполуки та інші речовини органічного синтезу за систематичного їх надходження у ґрунт як забруднювачів [69, 70].

Розрізняють три ступені забруднення ґрунтів – низький, середній та високий. Ранжування проводять за ГДК хімічних речовин у ґрунтах та їх фоновому вмісту, а також іншими показниками. Розраховують кілька коефіцієнтів: коефіцієнт концентрації забруднення, показник поліелементного забруднення та коефіцієнт відповідної реакції [41, 71, 72].

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів проводиться за показниками, які розроблені для проведення геохімічних і гігієнічних досліджень навколишнього середовища. Існують індивідуальні та інтегральні показники забруднення [41, 72, 73].

Оцінка небезпеки забруднення ґрунтів кількома хімічними інгредієнтами по показнику Z_c проводиться за оціночною шкалою, яка розроблена на основі вивчення стану здоров'я населення, що проживає на територіях з різним рівнем забруднення ґрунтів [72, 73].

Основним екологічним нормативом забруднення ґрунтів в Україні є гранично допустима концентрація (ГДК), тобто максимальна концентрація

забруднювальної ґрунт речовини, що не спричинює негативного прямого або непрямого впливу на природне середовище й здоров'я людини [74, 90].

Принцип контролю забруднення ґрунтів України полягає у перевірці відповідності концентрацій забруднюючих речовин установленим нормам і вимогам у вигляді ГДК або ОДК. Показники концентрації токсичних речовин одержують за допомогою розрахунків і переглядають кожні 3 роки чи заміняють на ГДК після отримання необхідних додаткових даних [75, 76, 90].

Обґрунтування ГДК хімічних речовин у ґрунті базується на основних показниках шкідливості, установлених експериментально. Їх чотири, зокрема: транслокаційний показник, який характеризує здатність речовини переходити з орного шару ґрунту через кореневу систему в рослини і накопичуватися у зеленій масі та плодах у кількості, що не перевищує ГДК цієї речовини у харчових продуктах. Міграційний водний, який характеризує здатність речовини мігрувати у підземні води та водні джерела та міграційний повітряний, що характеризує здатність речовини переходити з орного шару ґрунту в атмосферне повітря у такій кількості, що під час міграції цієї забруднювальної речовини не перевищується значення ГДК атмосферного повітря. Загально-санітарний показник, що характеризує вплив речовини на здатність ґрунту до самоочищення, а також на ґрунтовий мікробіоценоз у кількостях, що не змінюють природні процеси [3, 77, 78].

Нормування вмісту важких металів у ґрунтах також передбачає встановлення їх гранично допустимих концентрацій. Це концентрація важкого металу чи будь-якого іншого елемента, яка протягом тривалого впливу на ґрунт і на проростаючі на ньому рослини не викликає патологічних змін або аномалій у ході біологічних процесів, а також не призводить до накопичення токсичних елементів у сільськогосподарських культурах і тому не може порушити біологічний оптимум для тварин і людей. Значення ГДК деяких хімічних речовин в ґрунтах наведено у літературі [25, 40, 50, 78].

Нормативи ГДК в Україні єдині та обов'язкові для усіх підприємств і структур, незалежно від форм власності і підпорядкованості. Під час

визначення ГДК враховують не лише ступінь впливу на здоров'я людини, а й дію на тварин, рослини, гриби, мікроорганізми і природні угруповання загалом [32, 37, 79, 80]. (Додатки А-1, А-6).

Техногенне забруднення ґрунту різними елементами може виявити суттєвий вплив на його хімічний склад, агрохімічні, фізико - хімічні, біохімічні властивості, склад та активність ґрунтової біоти. Вважається, що зміна гумусного стану і ГДК може стати показником несприятливого впливу забрудників ґрунту, так як вони є сховищами ґрунтової плодючості і потенціалом його самоочищувальної здатності. Форма існування металів, які потрапили в ґрунтовий розчин, залежить насамперед від його хімічного складу (головним чином аніонної частини та розчинної органічної речовини і реакції середовища) [80, 81].

У кислих ґрунтах у ґрунтовому розчині присутня досить мала кількість аніонів мінеральних кислот та багато органічної речовини фульватного типу. У зв'язку з цим можна передбачити, що важкі метали, які надійшли до ґрунтового розчину кислих ґрунтів, утворюють, в основному, розчинні орґано-мінеральні комплекси [39, 80, 82].

У ґрунтах з нейтральною реакцією середовища, наприклад, у чорноземах типових, у складі легкорозчинних мінеральних солей переважають бікарбонат і сульфат кальцію [83, 84, 108].

Наявність у ґрунтовому розчині значної кількості Карбону призводить до різкого скорочення частини нерозчинної фракції гумусу. Тому свинець, кобальт, кадмій, потрапляючи до ґрунтового розчину, взаємодіють, в основному, з мінеральною частиною, утворюючи нерозчинні й слаборозчинні карбонати й сульфати [41, 85, 86]. (Додаток А-5).

Під час контролю забруднення ґрунтів усі хімічні речовини за ступенем небезпеки поділяють на три класи: 1 – високонебезпечні; 2 – помірнонебезпечні; 3 – малонебезпечні. Саме важкі метали разом із ароматичними вуглеводнями і нафтопродуктами належать до першого класу шкідливості – високонебезпечні [86, 87, 89, 90]. (Додаток А-2).

Виникають певні труднощі в об'єктивній оцінці забруднення ґрунту комплексом токсичних або інших речовин, для яких на цей час не розроблено нормативи ГДК. Прикладом є відсутність Державних гігієнічних нормативів для радіонуклідів Cs-137, K-40, Ra-226, Th-232 у ґрунті, які після Чорнобильської катастрофи відіграли значну роль у забрудненні біосфери. Тому головне значення має не валова кількість важких металів у ґрунті, а фізичний та хімічний стан, у якому вони перебувають у даному середовищі [78, 89, 90, 97, 110, 121]. (Додаток А-7).

Фітотоксичним вважається такий вміст металу у ґрунті, який знижує продуктивність рослин на 10 % порівняно з чистим контролем [72, 91].

Надходження токсичних важких металів до сільськогосподарських культур можна зменшити глинуванням, внесенням великих норм органічної речовини, вапнуванням, фосфоритуванням, внесенням у ґрунт менш токсичних аналогів, а також за рахунок комплексного використання перерахованих вище заходів. Однак слід відмітити, що в усіх випадках знижується рухомість важких металів і зменшується, але не виключається їх надходження у рослини. Одержання чистої продукції можна добитись, тільки вивівши забруднення з коренезаселеного шару [22, 72, 93, 108].

В агроecosистемах радіоактивне забруднення, поступово заглиблюючись у ґрунтовий покрив, всмоктується ґрунтовим розчином, з якого через коріння надходить до рослин і нагромаджується у біомасі. Врешті-решт радіонукліди і важкі метали виявляються у продуктах харчування рослинного походження.

1.3 Забруднення важкими металами та радіонуклідами овочів та картоплі

Виявлення важких металів та радіонуклідів у овочах має важливе теоретичне і практичне значення, особливо для сільського господарства у районах з розвинутою промисловістю, де підвищується техногенне забруднення ґрунтів різними токсичними елементами та їх сполуками.

Важливо знати для ґрунту ГДК і назву забруднючого елемента або хімічної сполуки. В останні роки виявили високу токсичність Берилію, Миш'яку, Селену, Сурми, Талію, Нікелю, Олова, Ванадію, які відносяться до біологічно-активних. Відповідно до державних стандартів токсичні хімічні елементи розділені за класами гігієнічної безпеки [41, 73, 87] (Додаток А-8).

Свинець, Ртуть, Кадмій, Миш'як і Цинк вважаються основними забруднювачами головним чином тому, що техногенне їх накопичення у навколишньому середовищі йде особливо високими темпами. У сільськогосподарському виробництві це призводить до зниження продуктивності і погіршення якості продукції [10, 15, 74, 75].

За попередніми нормами ВООЗ, споживання з продуктами харчування важких металів не повинно перевищувати: для Свинцю – 3 мг за тиждень, Кадмію – 0,4–0,5, Ртуті – 0,3 мг у тиждень. На сьогодні ці величини в Україні не перевищуються [23, 29, 76, 77, 79, 84, 95].

Оцінка стійкості рослин до забруднення важкими металами дозволяє вирішити проблему нормування вмісту їх у ґрунтах та рослинах. Тому, визначення переходу ВМ із ґрунту у рослини має велике наукове і практичне значення [15, 96, 97].

Аналіз зразків дерев (листя, кори і деревини) показав, що напрямок переважаючого вітру впливає на розподіл викидів Свинцю. З боків дерев, що повернуті до шосе, рівень Свинцю завжди вищий [52, 96, 98].

Поглинання хімічних елементів листям, зазвичай, обмежене. Доведено експериментально, що поглинання хімічних елементів корінням із ґрунту є вищим, ніж поглинання листям. Значною мірою це залежить від особливостей будови листка рослини, товщини кутикули та кількості продихів [12, 52, 99].

Внутрішнім шляхом, тобто із ґрунту через кореневу систему, ВМ потрапляють до рослин разом із поживними речовинами [12, 60, 100, 106].

Ступінь трансформації і доступність до рослин ВМ залежить від рН ґрунтового розчину, типу ґрунту та біологічних особливостей рослини [106, 107].

Дослідження В.Б.Ільїна показують, що Кадмій, Свинець, Цинк, Нікель, Мідь рухливі лише у кислому середовищі, а в лужному їх рухливість різко зменшується [10]. Тобто знову постає фактор вибіркового поглинання хімічних елементів рослинами з ґрунту, як і у випадку надходження їх з атмосферного повітря. Різні типи ґрунтів характеризуються різною здатністю до самоочищення, тобто мають різну буферність [12, 60, 101, 102].

За стійкістю до забруднення рослини поділяються на групи: найбільш стійкі (зернові, соняшник); середньостійкі (буряк, картопля, морква, томат, перець); слабкостійкі (салат, однорічні трави, багаторічні бобові трави, кукурудза) [13, 93, 103, 104]. (Додатки А-7, А-9).

Концентрація ВМ значною мірою залежить від частини рослини, що розглядається, вміст їх у фруктах та ягодах нижчий, ніж у листкових овочах чи коренеплодах. Спостерігалися також видові відмінності серед листкових овочів. Так, для біоіндикації забруднення важкими металами можна використовувати капусту листкову, яка накопичує у листках Ферум, Свинець [56, 103, 105].

Дослідження багатьох вчених доводять, що кількість елементів зменшується від коренів до плодів і різниця складає до 500–600 разів [25,27, 56, 79, 105–108]. Це підтверджуються дослідями В.Б.Ільїна (1983), що найбільша кількість важких металів акумулюється у коренях рослини, а найменша – у плодах та органах запасання асимілятів [10].

Еспериментальні дані показали, що за надлишкового надходження Кадмію у рослині розпочинається посилене продукування амінокислот. Амінокислоти необхідні для переведення Кадмію у нетоксичну форму або для синтезу білка – металтіоніна, який зв'язує Кадмій. Головним чином, ці захисні механізми спрацьовують під час внутрішнього кореневого

забруднення. Окрім того, вміст ВМ у плодах різного розміру також неоднаковий [52, 79, 106].

Транслокація металів у рослині значною мірою залежить від її віку. А.А.Беус, П.І.Грабовська, П.В.Тихонова (1989 р.) довели, що найбільш енергійно поглинання мінеральних речовин відбувається у молодих частинах рослини. Переміщення металів всередині рослини обумовлюється хімічними особливостями елементу – так, Кадмій, Цинк, Свинець малорухливі, а Мідь – надзвичайно рухлива [79, 109, 125].

Для вирощування сільськогосподарських культур на забруднених ґрунтах здійснюють ряд профілактичних заходів. У першу чергу проводиться комплексне агрохімічне окультурення, що полягає у підвищенні вмісту гумусу, нейтралізації ґрунтової кислотності. Надалі на цих полях розміщують культури, в яких у їжу йдуть частини рослин, що слабо накопичують важкі метали (томати, баштанні культури, картопля) [79, 112].

Якщо з деяких причин недоцільне комплексне окультурення окремих забруднених полів, на них слід розміщувати технічні культури: льон, коноплю, рицину, картоплю для переробки на крохмаль або спирт, буряк цукровий для отримання цукру, а також ефіро-олійні рослини, зокрема часник, для отримання рослинних олій або сировини для парфумерної промисловості. В окремих випадках ці ділянки можна відводити під насінниковочевих або кормових культур [79, 111–114].

Відомо, що на забруднених ґрунтах не вирощують овочі, які призначені для переробки на продукти дитячого харчування (капуста, шпинат, морква, тощо) [79, 115].

Рослини забруднюються важкими металами і радіонуклідами, переважно аерозольним і кореневим (ґрунтовим) шляхами. Особливості аерозольного шляху надходження полягають у тому, що під час осідання радіоактивних частинок з атмосферного повітря відбувається пряме забруднення надземної маси рослин – листя, гілок, стовбура тощо. Окрім

того, радіоактивні речовини можуть надходити у тканини рослин і з водою на зрошуванні [58, 116, 117]. (Додаток А-8, А-9).

Радіочутливість рослин та механізми проникнення радіонуклідів у рослини до теперішнього часу повністю не досліджені. Найбільш вивчений кількісний характер засвоєння радіонуклідів. Як відомо, некореневий шлях надходження радіонуклідів у сільськогосподарські культури характеризується значно більш високими, у порівнянні з ґрунтовим шляхом, величинами накопичення радіонуклідів в органах рослин. На листках і стеблах рослин безпосередньо може затримуватися до 20–50 % осілих продуктів ділення. Аеральний коефіцієнт накопичення ^{90}Sr перевищує ґрунтовий коефіцієнт для конюшини та зеленої маси кукурудзи у 27 та 130 разів відповідно, по ^{137}Cs для диких трав ця різниця дорівнює 530 разів. Під час некореневого забруднення активне поглинання радіоактивних речовин рослинами відбувається через листя, так зване листове поглинання та через суцвіття – флоральне поглинання і через базальну частину рослини або поверхневі корені [39, 89, 117, 118].

Серед фізико-хімічних характеристик ґрунту виділяють близько 10 параметрів, які вважають найбільш значними при визначенні поведінки радіонуклідів у ґрунті і переходу їх у рослини. У загальному вигляді вплив ґрунту виявляється у зниженні біологічної рухомості радіонуклідів та збільшенні вмісту у ґрунті обмінних катіонів, органічної речовини, фізичної глини й мулу, мінералів монтмарилонибової групи, ємкості поглинання [119].

В умовах зрошуваного землеробства посилюється інтенсивність кругообігу радіонуклідів в агроценозах. Так, при поверхневих способах поливу (напуском, по борознах, чеках) нагромадження радіонуклідів у рослинах з ґрунту збільшується в середньому в 1,2–1,7 раза порівняно з богарними умовами [89, 120, 121].

Під час надходження радіоактивних речовин у рослини через кореневу систему ґрунтовий вбирний комплекс виступає в ролі могутнього сорбційного фактора, а коренева система є селективним бар'єром, що

виключає надходження у надземну фітомасу біологічно інертних елементів. Механізм засвоєння радіонуклідів коріннями подібний до поглинання основних поживних макро- і мікроелементів з ґрунту. Наприклад, ^{137}Cs є хімічним аналогом Калію, а ^{90}Sr – Кальцію [58, 122, 123].

Радіонукліди можуть надходити у рослини в результаті піднімання вітром чи дощем з ґрунтового покриву як самих радіоактивних часток, так і забруднених часток ґрунту. Це явище називається вторинним радіоактивним забрудненням рослин [58, 123, 124].

Концентрація затриманих радіонуклідів у рослинах знижується під впливом дощу, туману, роси та інших факторів; зменшення їх вмісту відбувається також у результаті розбавлення наростаючої фітомаси в процесі росту і розвитку рослин і внаслідок усихання і опадання раніше забруднених частин рослин, наприклад, листків [89, 125].

Накопичувачами ВМ серед овочевих культур є зеленні овочеві (салат, шпинат, кріп, петрушка, селера), тому вирощувати ці культури на забруднених ґрунтах не рекомендується. За рівнем накопичення хімічних елементів овочеві культури розташовуються в основному в наступному порядку спадання: шпинат > салат > редька > томат [77, 136].

За розрахунковими даними Л.М. Калачян, А.О. Тадевосян, Н.Н. Цибулько та інших вчених, найбільш високі коефіцієнти накопичення (КН) (відношення концентрації елементу в рослині до вмісту цього елементу в ґрунті) характерні для надходження Цезію в коріандр, базилик, петрушку, салат і капусту цвітну. Найбільш високий рівень накопичення Стронцію характерний для коріандру, базилику, огірка, баклажана і дині. Мінімальна акумуляція Цезію і Стронцію відзначена у цибулі ріпчастої. КН ^{137}Cs для рослин (кріп, коріандр, базилик, петрушка, селера, салат, перець, зелена квасоля, капуста білоголова, капуста цвітна, ріпчаста цибуля ріпчаста, картопля, кавун) у 1,2–3,0 рази вище, ніж КН ^{90}Sr . Для помідора, огірка, баклажана, кабачка, дині КН ^{90}Sr в 1,1–2,0 рази вище, ніж КН ^{137}Cs . У системі ґрунт – рослина величина відношення для пари ^{90}Sr – ^{137}Cs для томата, огірка,

баклажана, кабачка, дині коливалася в у межах 1,1–2,0. Це означає, що ^{90}Sr накопичується в рослинах в значно більшій мірі, ніж ^{137}Cs . Для рослин (кріп, коріандр, базилик, петрушка, селера, салат, перець, зелена квасоля, капуста білоголова, капуста цвітна, цибуля ріпчаста, картопля, кавун) величина відношення коливалася в межах 0,3–0,9, тобто < 1 . Це означає, що під час переходу з ґрунту в рослини відбувається переважно поглинання ^{137}Cs . Існує сильний позитивний зв'язок між відношенням елементів і коефіцієнтом накопичення ^{90}Sr , тому що коефіцієнт кореляції $r = 0,81 \pm 0,14$ і слабкий негативний зв'язок між відношенням елементів і коефіцієнтом накопичення ^{137}Cs , так, як $r = -0,30 \pm 0,23$ [62, 84, 112, 121, 126, 127]. (Додаток А-9).

Концентрація важких металів у їстівних частинах окремих видів овочів має явні відмінності. Спостережувані діапазони концентрацій Pb, Cd, Cu, Zn і As в їстівних частинах становили 0,004–2,361 мг/кг, 0,002–2,918 мг/кг, 0,155–3,125 мг/кг, 1,151–54,65 мг/кг і 0,014–1,780 мг/кг відповідно, з середньою концентрацією 0,383, 0,161, 0,810, 10,16 і 0,207 мг/кг відповідно [29, 119, 128].

Найнижчий рівень концентрації Pb, Cd і As в їстівних частинах серед 22 видів овочів був в огірках (*Cucumis sativus* L.), люфі (*Luffa cylindrica* L.), і томатах (*Lycopersicon esculentum* Mill.), найбільшу концентрацію мали в амаранті (*Amaranthus tricolor* L.). Окрім того, коефіцієнти зміни концентрацій Pb, Cd, Zn та As були більшими, ніж 1,0; коефіцієнт варіації для Cu був 0,85. Різниця концентрацій Pb, Cd і As між найвищим і найнижчим серед 22 видів рослин досягала декількох сотень разів, і навіть досягала тисячі разів, тоді як найвищі концентрації Cu і Zn серед 22 видів рослин були лише кілька разів найнижчий. Результати показали, що існували чіткі відмінності у біоаккумуляції важких металів (Pb, Cd, Cu, Zn, As) серед 22 видів овочів [29, 39, 123, 127, 128]. (Додаток А-10).

Виявлено міжсортіві відмінності у накопиченні радіонуклідів овочевими рослинами (томат, капуста, морква, цибуля) по ^{137}Cs (до 3,3 рази) і ^{90}Sr (до 2,6 разів); за видами накопичення ^{137}Cs склало у томата – 3,1; капусти

– 3,3; моркви – 3; цибулі – 0,8 рази; за накопиченням ^{90}Sr у томата – 1,8; капусти – 2,6; моркви – 1,5; цибулі – 2,3 рази [29, 66, 129, 131].

В Інституті картоплярства Української академії аграрних наук вивчалось накопичення ^{137}Cs різними сортами картоплі і різниця в накопиченні варіювала в межах 5,7–14 разів [13, 50].

Б. С. Прістер та ін. (1991) вивчали перехід ^{137}Cs з ґрунту в рослини картоплі (11 сортів) і озимої пшениці (6 сортів) в польових умовах тридцятикілометровій зоні ЧАЕС. Коефіцієнт переходу ^{137}Cs в бульби відрізнявся майже в чотири рази. Сорти озимої пшениці розрізнялися по переходу в зерно ^{90}Sr – у 2,5 рази, ^{137}Cs – у 1,4 рази [17, 129].

За даними Середин Т. М. та ін. (2014), за накопиченням радіонуклідів сорти часнику озимого поділяються на п'ять груп: за накопиченням ^{137}Cs – 1) 5,5–6,0 Бк/кг; 2) 6,1–6,6 Бк/кг; 3) 6,7–7,2 Бк/кг; 4) 7,3–7,8 Бк/кг; 5) 7,9–8,5 Бк/кг; за накопиченням ^{90}Sr : 1) 8,3–9,1 Бк/кг; 2) 10,1–10,9 Бк/кг; 3) 11,0–11,8 Бк/кг; 4) 11,9–12,7 Бк/кг [111, 119, 130].

Ізотопи є основним джерелом забруднення овочів. Концентрація радіоактивного калію в листках овочів становила: цибуля порей 1,940 Бк/кг сухої маси, петрушка – 1,863, буряк столовий – 1,263, морква – 1,135 Бк/кг. Значно менші концентрації спостерігалися в коренях цих овочів. Вони коливалися від 210 Бк/кг для цибулі порей до 448 Бк/кг для буряка столового. Винятком була морква – 943 Бк/кг [120, 122, 131].

Отже, питання шляхів надходження та особливостей накопичення важких металів і радіонуклідів у рослинній продукції і досі не має чітко визначених положень та закономірностей.

На підставі аналізу літературних джерел можна зробити висновок, що кожен із вчених займається лише окремими питаннями, чітких же висновків щодо шляхів надходження металів і радіонуклідів та їх транслокації в рослині зробити неможна.

1.4 Урожайність і якість овочів залежно від умов живлення, застосування абсорбентів, біопрепаратів

Радіоцезій і Стронцій є дозоутворювальними радіонуклідами, які упродовж багатьох років будуть визначати забруднення сільськогосподарської продукції і продуктів харчування [112, 132, 136].

На основі багаторічних досліджень встановлені параметри надходження важких металів і радіонуклідів у сільськогосподарські рослини залежно від показників родючості ґрунту, але недостають вивчені біологічні особливості овочевих рослин до накопичення важких металів і радіонуклідів [112, 132, 136].

Скоростиглість сприяє високій вимогливості овочів до умов живлення та забезпечення вологою. Нагромадження мінеральних елементів у рослині залежить від температури, вологості ґрунту, строків вирощування. За нестачі азоту і фосфору рослини слабо ростуть, розетка формується невеликою, з дрібними листками [132, 133].

У результаті проведених досліджень виявлено, що листки шпинату городнього містять, як відомо, Калій і Магній, необхідний для нормальної роботи серця, бере участь у регуляції обміну Са, Р та холестерину в організмі [149, 150]. Основним джерелом надходження Калію і Магнію є продукти рослинного походження і шпинат накопичує велику кількість Калію – $31,1 \pm 17,35$ г/кг, Магнію – $11,32 \pm 0,65$ г/кг, натрію і кальцію – $8,7 \pm 0,44$ та $3,4 \pm 0,21$ г/кг відповідно. У овочів мікроелементи беруть участь у процесах дихання (Cu, Fe), фотосинтезу (Cu, Mn), фіксації молекулярного азоту, а найбільший вміст у листках складає Ферум – $1356,5 \pm 121,07$ мг/кг, Цинк – $161,1 \pm 1,32$ мг/кг, Манган – $18,1 \pm 0,68$ мг/кг, Нікель – $9,22 \pm 0,36$ мг/кг, Кобальт – $5,42 \pm 0,3$ мг/кг, Купрум – $16,73 \pm 1,03$ мг/кг [115, 130, 136, 149, 150].

Важливим резервом підвищення врожайності і покращення якості продукції є використання біопрепаратів та абсорбентів. Біопрепарати – це

синтетичні чи природні низькомолекулярні речовини, які при малих концентраціях викликають зміни в життєдіяльності рослин [58, 132].

Абсорбенти – природні та штучні речовини, здатні до абсорбції. Основна вимога до абсорбентів – висока вбирна здатність щодо компонента, який абсорбується. Цінною якістю абсорбентів є можливість їх регенерації. Окрім того, абсорбент повинен бути хімічно індиферентним та стабільним (не розщеплюватися, не окислюватися, не осмолюватися тощо), дешевим та корозійнонеактивним [133, 134].

Залежно від характеру сорбції розрізняють абсорбенти, які утворюють з поглинутою речовиною твердий або рідкий розчин, адсорбенти – речовини, які поглинають і згущують речовину на своїй поверхні [135].

Дослідженнями доведено, що короткострокове намочування насіння та обприскування рослин салату, моркви і капусти білоголової біологічними препаратами ЕМ 1 Конкур і Байкал ЄМ 1, підвищувало схожість насіння і врожайність та зменшувало надходження важких металів у продукцію [136, 144, 147].

Під час вивчення впливу радіонуклідів на одночасність надходження урожаю було встановлено таку закономірність: за своїм ростом і розвитком досліджувані рослини набагато випереджали контрольні. На ранніх етапах розвитку рослин виявлено більш інтенсивне наростання маси та на 3–5 діб прискорюється дозрівання [137].

Встановлено, що обробка біостимулятором підвищила стійкість рослин до накопичення важких металів, дозволила отримати більш ранні сходи (на 5–7 діб). Позитивні результати отримані за обробки рослин планризом у суміші з бактофілом і врожайність була на 5,1 т/га вища, ніж у контролі. Рівень рентабельності вирощування літнього строку висаджування з обробкою насіння становила 150 %, без обробки – 110 % [138].

Стійкість до хвороб та продуктивність рослин підвищується, а кількість важких металів зменшується у продукції за використання фізіологічно-

активних речовин та мікроелементів (сірчанокисла мідь, борна кислота, сірчанокислений цинк) та підвищує врожайність на 10–15 % [139].

Визначення впливу біпрепаратів на швидкість росту головного погону, коли рослини триразово обприскували розчинами 0,2% гібереліну, 0,15–0,03% етрелу показало, що після передпосівної обробки насіння інтенсивність “дихання” насіння значно підвищилась, мобілізувались енергетичні ресурси насіння і в результаті енергія проростання та схожість збільшувались на 2,5–5 %. Біометричні показники розсади, вирощеної із насіння, обробленого біпрепаратом, перевищували параметри контрольних рослин [140, 146].

Досліджено, що під час передпосівної обробки насіння янтарною кислотою в оптимальних умовах посилюється ріст стебла на 15 %, кореня – на 35 %, а врожайність підвищилась на 20 %, зменшується кількість важких металів у продукції [146, 147].

Вміст важких металів знижується, а енергія проростання і схожість насіння шпинату підвищується за дії на них гібереліну. Дружні сходи отримано з насіння, яке обробляли гібереліном у високій концентрації (200 мг/л) [148, 149].

Обробка насіння овочів гідрохінолом у концентрації 0,1 % забезпечує збільшення врожаю на 13 %. В свою чергу, схожість насіння прискорюється на 4 доби і збільшується врожайність на 35–40 %, якщо обробляти насіння біопрепаратом [142, 146, 150].

Згідно з одержаними даними гумат натрію, гідрогумат істотно знижують накопичення ^{137}Cs культурами в зоні радіоактивного забруднення. Окрім того, всі біопрепарати підвищували врожайність [143, 150, 151].

Овочі в процесі свого дозрівання (на різних стадіях) змінюють свій хімічний склад, багато з них (огірок, томат, цибуля, перець, баклажан) використовують в їжу не тільки в стиглому вигляді, але і недостиглими. Тому, важливим значенням у дослідженні є вивчення біохімічних показників овочів на різних стадіях дозрівання залежно від вмісту у них важких металів.

Вміст вітаміну С сильно змінюється в процесі дозрівання. Дослідження показали, що у овочів в міру досягання плодів відбувається накопичення сухих речовин і цукрів, підвищується вміст аскорбінової кислоти, змінюється кислотність і зменшується вміст важких металів [140, 141, 151].

Хімічний склад рослин змінюється залежно від віку. За даними багаторічних аналізів Грибовської селекційної станції вміст вітаміну С в рослинах коливається від 8 до 28 мг/100 г, причому його більше у молодших. Концентрація сухих речовин і золи в міру розвитку рослин поступово зростає. Для насінників характерне підвищення кількості жиру і клітковини. Зелені, нестиглі рослини містять мало або зовсім не містять пектолітичного ферменту, в той час як в стиглих він дуже активний. У міру росту рослин збільшується активна кислотність соку і зменшується рН від 6,1 для молодих рослин до 4,4 для дорослих [142, 144, 147].

До початку другого місяця вегетації вміст азоту в рослинах зменшується, що пов'язано з більш інтенсивним плодоношенням і переходом азоту. Зміни у відсотковому вмісті фосфору в листках на час вегетації не закономірні. В стеблах з віком спостерігається поступове зменшення вмісту фосфорної кислоти. Відсоток калію за період максимального росту вегетативних частин рослин значно зменшується, особливо різко в стеблах рослин. Надходження поживних елементів і важких металів в рослину на початку росту найбільше, далі потреба в них швидко зростає з послідуєчим спаданням. Зазвичай надходження поживних елементів і важких металів в рослину закінчується раніше, в основному, іде перегрупування поживних елементів всередині рослини. Як правило, з четвертої декади розвитку, коли починається збір, різко знижується вміст поживних елементів і важких металів у листках внаслідок їх відтоку [146, 147, 151].

Аналіз літературних джерел показує, що недостатньо вивчено та науково не обґрунтовано внесення абсорбентів, застосування біопрепаратів на фоні забруднення ґрунту важкими металами, тому висвітлені питання, обрані для досліджень, є актуальними і несуть елементи новизни.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I

Аналіз сучасного стану та результатів досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених вказує на загрозу від токсичного впливу важких металів і їх залишків у довкіллі та показує різні способи подолання екологічних проблем за застосування абсорбентів і біопрепаратів.

1. Важкі метали перетворилися на постійно діючий фактор розвитку агроecosystem, тому зростає небезпечність забруднення ними навколишнього середовища. Аналіз актуальної в Україні ситуації з важкими металами показує реальну загрозу здоров'ю населення та довкіллю. Проаналізовано сучасні технології ремедіації забруднених ґрунтів і показана можливість їх застосування у вирощуванні овочів. На підставі різносторонніх досліджень показано перспективність застосування абсорбентів і біопрепаратів як ефективного, екобезпечного та економічно вигідного методу відновлення забруднених важкими металами ґрунтів, шляхом використання біопотенціалу рослин та мікроорганізмів, природних сорбційних матеріалів та інших технологічних заходів.

2. Позакореневий шлях надходження радіонуклідів у овочеві культури характеризується більш високими, в порівнянні з ґрунтовим шляхом, величинами накопичення радіонуклідів в органах рослин – безпосередньо на листках і стеблах рослин може затримуватися до 20–50 % осілих продуктів ділення.

3. Первинна затримка радіонуклідів при аеральному шляху надходження мало залежить від хімічної природи радіонуклідів, визначальними факторами є густина, зімкненість рослин і їх морфологічні особливості.

4. Зміна питомої активності ^{90}Sr та ^{137}Cs у надземній частині рослин залежить від виду рослин і, перш за все, від швидкості приросту їх біомаси після забруднення радіонуклідами. Різниця в накопиченні Стронцію-90 у кінцевій продукції за аерального забруднення на 5 % зумовлена кліматичними умовами, на 50–75 % – впливом строків забруднення

сільськогосподарських культур, на 10–30 % – впливом різних умов вирощування.

5. На перехід радіонуклідів у рослини з ґрунту впливає механічний склад ґрунту. Так, перехід радіонуклідів у рослини збільшується зазменшення вмісту в ґрунті глини, мулу, органічних речовин, ємності поглинання.

6. На перехід ^{90}Sr та ^{137}Cs з ґрунту певним чином впливає вміст у ґрунті хімічних аналогів цих радіонуклідів: Са і К відповідно. На процеси міграції радіонуклідів у ґрунті впливають різні форми їх перебування у ґрунті: водорозчинна, обмінна та фіксована. Водорозчинні сполуки, як правило, є доступними і придатними до міграції в ґрунтовому покриві. Обмінна форма розглядається як резерв водорозчинної. ^{90}Sr , порівняно з ^{137}Cs , характеризується більш інтенсивною міграцією в ґрунтах.

7. Засвоєння рослинами ^{90}Sr , ^{137}Cs , з ґрунту залежить від комплексу факторів, якими є геоморфологічна будова та гідрологічні і кліматичні умови місцевості, фізико-хімічні властивості ґрунту, біологічні особливості рослин, фізико-хімічні особливості радіонуклідів, особливості технології вирощування, які в умовах зрошення можуть по-різному впливати на перехід радіонуклідів у овочеві культури.

8. Вплив мінералізації ґрунту на перехід радіонуклідів у рослини виявляється у збільшеному переході, чому сприяє кисла реакція ґрунтового розчину і нестача К. Обробіток ґрунту може призводити до збільшення рухливості радіонуклідів у ґрунтах, що сприяє більш інтенсивному переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини.

9. Овочеві рослини мають велике значення для людини, адже основна кількість вітамінів у організм надходить саме з овочевої продукції. Безперечно, для вирощування екологічно безпечної продукції овочів необхідно знати основні біологічні особливості – вимоги до тепла, світла, вологи, ґрунтових умов та елементів живлення. На підвищення врожайності і якості овочів мають великий вплив клімат, агрохімічні й агрофізичні

властивості ґрунтів, елементи технології, сорт тощо. Але найбільший вплив, як вказують науковці у своїх публікаціях, мають абсорбенти і біопрепарати, що застосовують у вирощуванні овочів.

10. Вирощування овочів направлене на збільшення урожайності та отримання ранніх врожаїв, у свою чергу через це можуть виникати ряд негативних наслідків. Зокрема, порушення вегетативних процесів віднакопичення важких металів, надмірна кількість нітратів, тощо.

Враховуючи аналіз літературних джерел, можна стверджувати велику зацікавленість науковців допитань оптимізації умов вирощування овочів з погляду на вміст важких металів та отримання екологічної продукції, проте з іншого боку дане питання не є розкритим.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ I

1. Власюк П. А., Шкварук Н. М., Сапаций С. Е. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных, человека. Киев: Наукова думка, 1979. С. 15–70.
2. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, 1991. 87 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
4. Свистун Р., Циганкова М., Парахіна О., Доценко Т. Комплексний аналіз стану хімічного забруднення довкілля в різних регіонах України. *Донецький вісник наукового товариства ім. Шевченка*. Т.20: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції *Медико-біологічні студії екосистем*, 4-5 січня 2008 р., Донецьк, 2008. С. 134–142.
5. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте. СПб.: ПИЯФ РАН, 2008. 216 с.
6. Загрязнение воздуха и жизнь растений. Под ред. Трешоу М. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 536 с.

7. Галаган О.О. Ландшафтно-геохімічні дослідження міграції важких металів у лісостепових ландшафтних комплексах України. *Український географічний журнал*. К., 1993. № 2. С. 32–35.
8. Геохимия тяжелых металлов в природных и техногенных ландшафтах. Под ред. М.А.Глазовской. М.: Изд-во МГУ, 1983. 196 с.
9. Barcelo J, Poschenrieder Ch. Struktural and ultrastruktural changes in heavy metalexposed plants. *Heavy metal stress in plant: from molecules to ecosystems*. Eds. M.N.V.Prasad, J. Hagemeyer. Berlin; Heidelberg: Springer–Verlag. 1999. P. 183–205.
10. Ильин В. Б., Гармаш Г. А., Гармаш Н. Ю. Влияние тяжелых металлов на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур. *Агрехимия*. 1983. № 6. С. 91–99.
11. Грабак Н. Х., Топіха І. Н., Давиденко В. М., Шевель І. В. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: навчальний посібник, 2-е видання. К.: Професіонал, 2006. 496 с.
12. Дабіжук Т. М., Денисик Г. І. Аналіз джерел забруднення сполуками важких металів продуктів харчування в Україні. *Наукові записки Вінницького педуніверситету*. 2010. Вип. 20. С.161–167.
13. Дегодюк Є. Г. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. К.: Урожай, 1992. 515 с.
14. Ландін В. П., Тараріко М. Ю. Традиційна і альтернативна технології відтворення енергопотенціалу радіоактивно забруднених ґрунтів. *Науково-практичний журнал: Збалансоване природокористування*. № 3. К.: 2015. С. 42–46.
15. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
16. Дабіжук Т.М., Денисик Г.І. Аналіз джерел забруднення сполуками важких металів продуктів харчування в Україні. *Наукові записки Вінницького педуніверситету. Географія*. 2010. Вип. 20. С. 161–167.

17. Пристер Б.С., Лоцилов Н.А., Немец О.Ф., Поярков В.А. Основы с.-х. радиологии. Киев, 1991. 471 с.
18. Установление уровней содержания тяжелых металлов в почвах Украины. [Вашкулат Н.П., Пальгов В.И., Спектор Д.Р. и др.] *Довкілля та здоров'я*. 2002. №2 (21). С. 44–46.
19. Зырин Н.Г., Орлов Д.С. Физико-химические методы исследования почв. М.: МГУ, 1964. 229с.
20. Иванова О. С. Локальне забруднення важкими металами селітебних територій Брусилівського району. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. Біологія та валеологія*. 2010. Вип. 12. С. 135–140.
21. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность. Москва: АКАДЕМІА, 2002. 480 с.
22. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. М.: Высшая школа, 2001. 318 с.
23. Рубежняк І. Г. Порівняльна оцінка нормативів забруднення ґрунтів важкими металами в Україні та країнах ЄС. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія Біологія, біотехнологія, екологія*. 2016. Вип. 234. С. 228–238.
24. Константинов М.П., Журбенко О.А. Радіаційна безпека. Суми: Університетська книга, 2003. 215 с.
25. Мислива Т. М., Білявський Ю. А. Агроекологічний моніторинг рослинницької продукції з присадибних ділянок громадян Поліської та Лісостепової частини Житомирської області. *Вісник ДАУ*. 2005. №2. С. 57–61.
26. Рекомендації з адаптації існуючої системи моніторингу забруднення ґрунтів відповідно до проекту рамкової Ґрунтової Директиви ЄС та Ради Європи. К., 2011. 23 с.
27. Вахуткевич І.Ю. Вміст важких металів у рослинницькій продукції
Режим доступу:<http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/5120/1/163.pdf>

28. Нормування якості ґрунтів. Нормативні вимоги до якості ґрунтів.[Інтернет ресурс]. Режим доступу: <https://helpiks.org/4-71589.html>

29. Осипова Н.А., Язиков Е.Г., Янкович Е.П. Тяжелые металлы в почве и овощах, как фактор риска для здоровья человека. *Фундаментальные исследования*. 2013. № 8–3. С.681–686.

30. Воробйова Н. В., Кухнюк О. В., Прудкий Р. І. Нанотехнології в овочівництві України. VI (21), Issue 179, 2018 Sept. *SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION* <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21> Natural and Technical Sciences. С.13–15. doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21-03.

31. Іванов Є.А. Радіоекологічні дослідження. Львів: ВЦ ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. 149 с.

32. Францевич Л.І. Чорнобильська зона відчуження ХХІ сторіччя Природні та техногенні об'єкти зони відчуження – радіаційна і екологічна вагомість. *Бюлетень НКРЗУ*. № 1–4, 2001. С.113–125.

33. Фурдичко О. І. Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України. *Екологічна безпека агропромислового виробництва*. Т. 1. Монографія. За ред. О. І. Фурдичка. К.: ДІА, 2012. 352 с.

34. Апостолук С. О., Джигирей В. С., Соколовський І. А. та ін. Промислова екологія. К.: Знання, 2012. 430,с.

35. Бебешко В.Г., Базика Д.А., Коваленко О.М., Талько В.В. Медичні наслідки Чорнобильської катастрофи. *Природні та техногенні об'єкти зони відчуження – радіаційна і екологічна вагомість.Бюлетень НКРЗУ*, № 1–4, 2001. С. 20–25.

36. Axelman J., Wania F., Broman D. A review of processes involved in the exchange of persistent organic pollutants across the air-sea interface. *Environmental Pollution*. 1998. Volume 102 (1). P. 3–23.

37. Бондарев Л.Г. Микроэлементы – благо и зло. М.: Знание, 1984. 144 с.

38. Бондарь П. Ф., Дутов А. И., Свиденюк Н. Л., Масло А. В., Терещенко Н. Р. Накопление радиоцезия в урожае полевых, кормовых, технических и овощных культур в зависимости от биологических особенностей растений. *Радиоэкологические и экономико-правовые аспекты землепользования после аварии на Чернобыльской АЭС. Ч.2.* Киев, 1991. С.217–223.

39. Борисенко Н.М., Кухнюк О.В. Особливості накопичення важких металів у лікарській рослинній сировині. *Лікарські рослини та перспективи досліджень: збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції, присвяченої 140-річчю з дня народження П. І. Гавсевича, Березоточа, 2019 р.* С. 138–141.

40. Бударников В.А., Киршин В.А., Антоненко А.Е. Радиобиологический справочник. Мн.: Ураджай, 1992. 336 с.

41. Crout M. J., Andy M. Tye., Zhang Hao at all. Kinetics of metal fixation in soils. *Environ. Environmental Toxicology and Chemistry.* 2006, Vol. 25, No. 3, pp. 659–663.

42. Chrzanowskiego W., Szpinek P. Nowe horyzonty i wyzwania w analityce i monitoringu środowiskowym. *Pracazbiorowapodred. J. Namieśnika.* Wydawca: Centrum Doskonałości Analityki i Monitoringu Środowiskowego (CEEAM), *Wydział ChemicznyPG.* Gdańsk, 2003. 21 p.

43. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. М.: Издательство АН СССР, 1957. 93 с.

44. Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. Охрана окружающей среды. Л.: Гидрометеоиздательство, 1991. 421 с.

45. Войтюк Ю.Ю. Поглинання важких металів із ґрунту рослинністю зони техногенезу. *Вісник Дніпропетровського університету.* Серія: геологія, географія. 24 (2), 2016, С.11–17.

46. Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в продуктах харчування та питній воді. К., 2006. 13 с.

47. Довідник гігієнічних та екологічних нормативів в об'єктах довкілля. Укл-чі: Трахтенберг І.М., Яворівський О.П., Бондаренко Ю.Г. Черкаси: Вертикаль, 2009. 86 с.
48. Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов УССР, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии. Ч. I. К., 1991. 94 с.
49. Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии. Ч. II. К., 1992. 50 с.
50. Долін В. В., Бондаренко Г. М., Орлов О. О. Самоочищення природного середовища після Чорнобильської катастрофи. К., 2004. 220 с.
51. Домарецький В. А., Златів Г. П. Екологія харчових продуктів. К.: Урожай, 1993. 135 с.
52. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Sr-90 та Cs-137 продуктів харчування та питної воді, ГН 6.6.1.1-130-2006. Затв. Наказом МОЗ України 03.05.06. №256.
53. Дыжова А.А. Видовые и сортовые особенности накопления радионуклидов овощными и пряно-вкусовыми культурами: автореф. дис... канд. с.-х. наук. Горки, 2004. 22 с.
54. Фурдичко О. І., Славов В. П., Войцицький А. П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. К.: Основа, 2008. 360 с.
55. Merrington G., Alloway B. Determination of the residual metal binding characteristics of soils polluted by Cd and Pb. *Water, Air and Soil Pollut.* 1997. № 2. P. 49–62.
56. Погорелов М. В., Бумейстер В. І., Ткач Г. Ф. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення): монографія. Суми: Сумський державний університет, 2010. 146 с.

57. ДСТУ 2.2.4.-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною, затверджених наказом Мінохоронздоров'я України №400 від 12.05.2012 р. Київ, 2012. 100 с.

58. Becket P. H., Davis R. D. Upper critical levels of toxic elements in plants. *New Phytologist*. 1997. V.79. P. 95–106.

59. Паранько Н. М., Белицкая Э. Н., Карнаух Н. Г., Рублевская Н. И. Тяжелые металлы внешней среды и их влияние на иммунный статус населения. Днепропетровск: Полиграфист, 2002. 143 с.

60. Жовинский Э. Я., Кураева И. В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. К.: Наукова думка, 2002. 213 с.

61. Карасюк І. М., Геркіял О. М., Господаренко Г. М. Агрохімія. за ред. І. М. Карасюка. К.: Вища школа, 1995. 471 с.

62. Буцяк Г. А. Використання біогумусу для підвищення родючості ґрунту і одержання екологічно безпечної продукції. *Науковий вісник ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького*. Львів, 2012. Т. 14. № 2(52). Ч. 3. С. 33–36.

63. Буцяк Г. А., Сухорська О. П., Черевко М. В. Ефективність використання меліорантів на забруднених важкими металами ґрунтах. *Науковий вісник Чернівецького НТУ XIII*. Чернівці, 2012. С. 106–111.

64. Надточій П. П., Мислива Т. М., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту: монографія. Житомир: Рута, 2010. 473 с.

65. Рідей Н. М., Строкаль В. П., Рибалко Ю. В. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика. Херсон: Олді-плюс, 2011. 258 с.

66. Фатеев А. І., Самохвалова В. Л., Мірошниченко М. М. Надходження важких металів до рослин та ефективність добрив на техногенно забруднених ґрунтах. *Вісник аграрної науки*. 1999. №2. С. 61–65.

67. Baize D. Teneurs totales en elements traces metalliques dans les sols (France). Paris: INRA, 1997. 409 p.

68. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2011. 505 p.

69. Kabata-Pendias A., Mukherjee A. Trace Elements From Soil to Human. Berlin; Heidelberg: Springer, 2007. 561 p.
70. Биндич Т. Ю., Мурза І. Ф. Міграційні здібності важких металів при поліелементному складі забруднювачів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Спец. вип. до V з'їзду УТГА. Ч. 4. Київ, 1998. С. 181–185.
71. Макаренко Н. А. Оцінка небезпечності важких металів у ґрунті за екотоксикологічним критерієм “рухомість”. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Спец. вип. до VI з'їзду УТГА. ч. 3. Київ, 2002. С. 90–91.
72. Фатєєв А. І., Самохвалова В. Л. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі: методичні рекомендації. Харків: Міськдрук, 2012. 70 с.
73. Sterckeman T., Douay F., Proix N. Vertical distribution of Cd, Pb and Zn in soils near smelters in the North of France. *Environ. Pollut.* 2000. № 3. P. 377–389.
74. Жовинский Э.Я., Кураева И. В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. К.: Наукова думка, 2002. 213 с.
75. Фатєєв А. І., Мірошніченко М. М., Самохвалова В. А. До питання оцінки рівнів безпеки забруднення важкими металами. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 10. С. 59–63.
76. Звіт про роботу з контролю за факторами навколишнього середовища, що впливають на стан здоров'я людини. Ф. №71. ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». Черкаси, 2017. 34 с.
77. Звіт про роботу з контролю за факторами навколишнього середовища, що впливають на стан здоров'я людини. Ф. №71. ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». Черкаси, 2018. 32 с.
78. Звіт про роботу з контролю за факторами навколишнього середовища, що впливають на стан здоров'я людини. Ф. №71. ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». Черкаси, 2019. 33 с.

79. Зырин Н. Г., Орлов Д. С. Физико-химические методы исследования почв. М: МГУ, 1964. 229 с.
80. Stevenson F. J. Nature of divalent transition metal complexes of humic as revealed by a modified potentiometric titration method. *Soil Science*. 1977. Vol. 123. № 1. P. 10–17
81. Медведєв В. В., Лактіонова Т. М., Булигін С. Ю., Тимченко Д. О. та ін. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. НМЦ проблем ґрунтознавства, меліорації й охорони ґрунтів. Харків, 1998. 88 с.
82. Медведєв В. В. Мониторинг почв Украины: Концепции. Итоги. Задачи. (2-е пересмотр. и доп. изд.). Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского». Харьков: Городская типография, 2012. 536 с.
83. Іванова О. С. Локальне забруднення важкими металами селітебних територій Брусилівського району. *Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди*. Біологія та валеологія. 2010. Вип. 12. С. 135–140.
84. Калачян Л. М., Тадевосян А. О. Особенности накопления радионуклидов в овощных культурах в зоне Армянской АЭС. *Biolog. Journal of Armenia*, 1 (69), 2017. С. 34–38.
85. Мислива Т. М. Надточій П. П., Герасимчук Л. О. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище. за ред. Т. М. Мисливої. Житомир, 2011. 52 с.
86. Гуральчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії. Київ: Логос, 2006. 208 с.
87. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 263 с.
88. Broos K. Martens J., Smolders E. Toxicity of heavy metals in soil assessed with various soil microbial and plant growth assays. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2005. № 3. P. 634–640.

89. Senesi N. Metal-humic substance complex in the environment. *Biogeochemistry of trace metals* Ed. D.C. Adriano. Boca Raton, 1992. P. 429–496.
90. Крук А.В. Эколого-генетическая оценка накопления радионуклидов сортами овощных культур: автореф. дис... канд. биол. наук. Гомель. 2004. 21с.
91. Кухнюк О.В. Динаміка вмісту радіонуклідів у ґрунтах Черкащини та їх накопичення в овочах та картоплі. Матеріали всеукраїнської наукової конференції *Сучасні тенденції розвитку української науки*. (21–22 квітня 2019 р.). Переяслав-Хмельницький. Випуск 14. Секція Сільськогосподарські науки. С.52–56.
92. Кухнюк О.В. Моніторинг забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області та їх міграція в овочеву продукцію. *Науково-практичний журнал Екологічні науки*. 2018. № 1(20). С.144–146.
93. Кухнюк О.В. Накопичення цезію-137 і стронцію-90 у ґрунтах та овочах Черкащини. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Сучасний рух науки*, м.Дніпро, 2019 р. Секція Сільськогосподарські науки. С. 624–626.
94. Гармаш Г. А. Содержание свинца и кадмия в различных частях картофеля и овощей, выращенных на загрязненной этими металлами почве. *Химические элементы в системе почва-растение*. Новосибирск: Наука. 1982. С. 105–110.
95. Гришко В. М., Сыщиков Д. В. Функционирование глутатионзависимой антиоксидантной системы и устойчивость растений при действии тяжелых металлов и фтора. Київ: Наукова думка, 2012. 240 с.
96. Ernst W. H. O., Verkleij J. A. C., Schat H. Metal tolerance in plants. *Acta Botanica Neerlandica*. 1992. №41. P.229–248.
97. Болотських О. С. Овочівництво: екологічно-адаптивні технології вирощування. Харків: Фоліо, 1999. 122 с.
98. Мислива Т. М., Білявський Ю. А. Агроекологічний моніторинг рослинницької продукції з присадибних ділянок громадян Поліської та

Лісостепової частини Житомирської області. *Вісник ДАУ*. 2005. № 2. С. 57–61.

99. Надточій П. П., Трембіцький В. А., Мартенюк Н. В. Агроекологический мониторинг почв и растениеводческой продукции приусадебных хозяйств, подвергавшихся влиянию аварии на ЧАЭС. *Проблеми сільськогосподарської радіології: 17 років після аварії на ЧАЕС*. Доповіді учасників 4-ої Міжнародної науково-практичної конференції. ДАЕУ. Житомир, 2003. С. 27–34.

100. Самохвалова В. Л., Фатєєв А. І. Охорона ґрунтів та розробка концепції використання техногенно забруднених земель. *Сучасне ґрунтознавство: наукові проблеми та методологі викладання*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 28-30 травня 2012 р. НУБіП. Київ, 2012. С. 309–311.

101. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) ДГН 6.6.1-6.5.001-98. Затв. наказом МОЗ України 14.07.97. №208.

102. Цыбулько Н. Н., Шапшеева Т. П., Жукова И. И. Параметры накопления ^{137}Cs овощными культурами на дерново-подзолистых супесчаных почвах. *Овощеводство. Сборник научных трудов*. Т. 18. Минск, 2010. С. 355–361.

103. Осипова Н. А., Язиков Е. Г., Янкович Е. П. Тяжелые металлы в почве и овощах как фактор риска для здоровья человека. *Фундаментальные исследования*. 2013. № 8–3. С. 681–686.

104. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України ДСП 6.177-2005-02. Затв. Наказом МОЗ України від 14.03.06 р. №120.

105. Тараріко О. Г. Оцінка придатності сільськогосподарських земель України для створення екологічно чистих сировинних зон і господарств по виробництву продуктів дитячого та дієтичного харчування. *Методичні рекомендації*. Заред. акад. О. Г. Тараріко. К.: 1998. 58 с.

106. Рідей Н. М., Строкаль В. П., Шофолов Д. Л., Рибалко Ю. В. Науково-методичні рекомендації формування екологічно безпечних сировинних агрозон. За ред. Н. М. Рідей. К.: Експрес, 2009. 40 с.
107. Рідей Н. М., Строкаль В. П., Наумовська О. І., Рибалко Ю. В. Оцінка придатності сільськогосподарських земель для формування екологічно чистих сировинних зон. К.: УкрДГРІ, 2009. 190 с.
108. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення Черкаської області. Щорічна доповідь 2017 р. за редакцією В. В. Самотуги, Черкаси, 2018. 95 с.
109. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення Черкаської області. Щорічна доповідь 2018 р. за редакцією В. В. Самотуги, Черкаси, 2019. 94 с.
110. Балюк С. А. Рациональное використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативноправові аспекти: колективна монографія. За ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера. Харків: Смугаста типографія, 2015. 432 с.
111. Середин Т. М., Солдатенко А. В., Добруцкая Е. Г., Агафонов А. Ф., Герасимова Л. И. Сортовое разнообразие чеснока озимого по уровню накопления радионуклидов в условиях Нечерноземья. *Овощи России*. 2014;(4). С. 48–51. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-48-51>.
112. Цапко Ю. Л., Трускавецький Р. С., Чешко Н. Ф., Калініченко В. М. та ін. Підвищення родючості кислих та гідроморфних ґрунтів: рекомендації. Харків: Міськдрук, 2012. 36 с.
113. Соколов О. А., Черников В. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 1. *Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды*. Пушино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. 164 с.
114. Стежко О. В. Агроекологічні особливості вирощування томатів на території Житомирського Полісся, спеціальність 03.00.16 - екологія, автореф дис... канд с.-г. наук, Житомир, 2015. 22 с.

115. Рябова Е. Р., Пещерова Н. Н. Некорневое загрязнение ^{90}Sr и ^{137}Cs различных сортов и разновидностей капусты. *Агрoхимия*, 1986, №11. С.90–94.
116. Тлумачний термінологічний словник з органічної та фізико-органічної хімії : українсько-російський-англійський. Укл. Й. Опейда, О. Швайка. К.: Наукова думка, 1997. 532 с.
117. Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г., Кошеленко Н. А. Тяжелые металлы в почвах и растениях и их аналитический контроль. К.: Наукова думка, 2007. 232 с.
118. Установление уровней содержания тяжелых металлов в почвах Украины. [Вашкулат Н.П., Пальгов В.И., Спектор Д.Р. и др.]. *Довкілля та здоров'я*. 2002. №2 (21). С. 44–46.
119. Фатеев А. І., Мірошніченко М. М., Биндич Т. Ю. Особливості міграції важких металів з орного шару зональних ґрунтів України. *Вісник ХДАУ*. 1999. № 2. С. 99–100.
120. Фатеев А. І., Мірошніченко Н. Н., Самохвалова В. Л. Миграция, транслокация и фитотоксичность тяжелых металлов при полиэлементном загрязнении почвы. *Агрoхимия.Х.*, 2001. № 3. С.57– 61.
121. Францевич Л.І. Чорнобильська зона відчуження ХХІ сторіччя. Природні та техногенні об'єкти зони відчуження – радіаційна і екологічна вагомість. *Бюлетень НКРЗУ*. № 1–4, 2001. С.113–125.
122. Холоша В.І., Проскура М.І., Іванов Ю.О., Казаков С.В., Архіпов А.М. Природні та техногенні об'єкти зони відчуження – радіаційна і екологічна вагомість. *Бюлетень НКРЗУ*. № 1–4, 2001. С. 8–16.
123. Болотских А. С. Энциклопедия овощевода. Харьков: Фолио, 2005. 799 с.
124. Лихацький В. І. Улянич О. І., Гордій М. В. та ін. Овочівництво. Практикум: навч.посіб. За ред. В. І. Лихацького. Вінниця, 2012. 442 с.
125. Циганенко О. І., Матасар І. Т., Торбін В. Ф. Основи загальної, екологічної та харчової токсикології. К.: Чорнобильінтерінформ, 1998. 173 с.

126. Янтурин С.И., Прошкина О.Б. Содержание тяжелых металлов в овощах, произрастающих в различных районах промышленного центра черной металлургии. *Фундаментальные исследования*. 2012. № 9–3. С. 595–600.
127. L.P. de Castro a, V.A. Maihara a, P.S.C. Silva a, R.C.L. Figueira b Artificial and natural radioactivity in edible mushrooms from Sao Paulo, Brazil *Journal of Environmental Radioactivity*. 113 (2012) 150–154.
128. S. Chibowski Studies of Radioactive Contaminations and Heavy Metal Contents in Vegetable and Fruit from Lublin, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*. Vol. 9, No. 4 (2000), 249–253.
129. Cumhuriyet Canbazoglu, Mahmut Dogru A preliminary study on ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}Cs activity concentrations in vegetables and fruits frequently consumed by inhabitants of Elazig Region, Turkey. *J. Radioanal Nucl Chem* (2013) 295:1245–1249 DOI 10.1007/s10967-012-1995-4.
130. Ding Kuke, Liu Shujuan, He Yingxue, Yan Dong, Zhang Fengshou, Wang Shuifeng, Guo Jinghua, Zhang Wei, Wang Xin, Jiang Xiaoyan Simulating the Transfer of Strontium-90 from Soil to Leafy Vegetables by Using Strontium-88. *Water Air Soil Pollut* (2016) 227: 414 DOI 10.1007/s11270-016-3098-2.
131. Hang Zhou, Wen-Tao Yang, Xin Zhou, Li Liu, Jiao-Feng Gu, Wen-Lei Wang, Jia-Ling Zou, Tao Tian, Pei-Qin Peng and Bo-Han Liao Accumulation of Heavy Metals in Vegetable Species Planted in Contaminated Soils and the Health Risk Assessment *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2016, 13, 289–302.
132. Тернавський А.Г., Щетина С.В., Слободяник Г.Я. Вплив абсорбенту під різними мульчувальними матеріалами на продуктивність шпалерного огірка у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник, Херсонський державний аграрний університет*. № 109. Ч.1. 2019. С. 134–140 с.

133. Стефанюк Г. Оптимальна технологія вирощування столових буряків. *Пропозиція: Овочівництво*. №3, 2013. С.32–33.
134. Антрапцева Н. М., Пономорьова І. Г. Пошук шляхів підвищення якості овочевої продукції. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2014. № 6. С. 239–240.
135. Ахияров Б., Храмов К. Влияние площади питания на биохимические показатели корнеплодов столовой свеклы. *Овощеводство и тепличное хозяйство*. 2014. № 6. С. 10–12.
136. Шамаль Н. В., Захаренко М. Н., Хомченко О. Н., Аммон А. А., Кудряшов В. П. Использование микробиологических препаратов для снижения перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr салат и морковь. *Овощеводство. Сборник научных трудов РУП «Институт овощеводства» НАН Беларуси*. Т. 18. Минск, 2010. С. 361–367.
137. Бикін А. В., Паламарчук С. П. Вміст мікроелементів у рослинах буряка столового при застосуванні добрив. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2012. № 57. С. 42–45.
138. Степура М. Ф., Аутко А. А., Позняк О. В., Бохан А. И., Вырко А. Г. Влияние внекорневых подкормок и сортообразцов на урожайность и вынос тяжелых металлов столовыми корнеплодами. *Овощеводство: сборник научных трудов РУП «Институт овощеводства» НАН Беларуси*. Минск, 2015. Т. 18. С. 236–243.
139. Возделывание моркови и столовой свеклы на землях, загрязненных радионуклидами [в условиях Белоруссии]: рекомендации. *Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт почвоведения и агрохимии»* [подгот.: И. М. Богдевич и др.]. Минск: БНИВНФХ в АПК, 2017. 20 с.
140. Довідковий матеріал з овочівництва. [Сич З. Д., Жук О. Я., Бобось І. М. та ін.]. К., 2014. 178 с.

141. Короткий енциклопедичний словник з овочівництва. [Г. І. Подпрятков, З. Д. Сич, О. Ю. Барабаш, О. Я. Жук, В. В. Хареба]. К.: ННЦ Інститут аграрної економіки, 2016. 300 с.
142. Паламарчук С. П. Агрохімічна оцінка використання добрив при вирощування буряка столового в Північному Ліссостепу: автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04. К., 2015. 18 с.
143. Природоохоронна технологія вирощування овочевих культур у відкритому ґрунті зони північного Ліссостепу і Полісся України: навч. посіб. [Дереча О. А., Синецький В. Г., Венгер В. М. та ін.]. Житомир: Полісся, 2013. 208 с.
144. Стефанюк Г. С., О. Ю. Залецька, Р. І. Кунинець, С. В. Стефанюк, А. М. Колодій Вміст нітратів у плодоовочевій продукції. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 16. С. 344–347.
145. Стефанюк С. В., Ліщак Л. П. Кращі сорти столового буряка для західного регіону України. *Вісник Львівського державного аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 8. С. 196–199.
146. Гапоненко В.И., Шамаль Н.В., Пузан Н.А., Кудряшов В.П. Доля накопления ^{40}K и ^{137}Cs овощными растениями частных подворий Гомельской области в зависимости от уровня загрязнения почвы. *Овощеводство: сборник научных трудов РУП «Институт овощеводства» НАН Беларуси*. Минск, 2010. Т. 18. С. 346–354.
147. La betterave a salade (*Beta vulgaris* L., spp. *Vulgaris* var. *esculenta* L.). *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 2002. Vol. 34, N 3. P. 183–184.
148. Petroniene D., Z. Duchovskiene Generative development of cylindrical red beet from differently matured plants. *Zemdirbyste. Akademija*, 2002. T. 78. S. 251–258.
149. Badelek E., F. Adamicki, K. Elkner The effect of temperature, cultivar and root size on quality and storage ability of red beet. *Vegetable crops research bull.* Skierniewice, 2002. Vol. 56. P. 67–76.

150. Czeladzka B., L. Rog, E. Zukowska Wpływ terminu zbioru na jakość korzeni buraka cwiklowego. *Nowoczesne metody i techniki w hodowli i fizjologii roślin*. Warszawa, 2002. Cz. 1. S. 355–359.

151. Paweł Słodkowski, Ewa Rekowska Uprawa buraka cwiklowego produkowanego na zbiorpeczkowy. Ref. 3. *Ogólnopolskie Sympozjum «Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie»*. Poznań, 25–26 września, 2000. Cz. 1. Rocz. AR Poznaniu. Ogrod. 2000. № 31, Cz. 1. S. 479–483.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень

Експериментальну частину дослідження з вивчення елементів екологічної технології вирощування овочів виконано упродовж 2017–2020 рр. у навчально-виробничому відділі, на кафедрі овочівництва, в науковій лабораторії масових аналізів (атестація №АО6-203 від 25.10.16) Уманського національного університету садівництва, у радіологічній лабораторії ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» за Нормативно-технічною документацією на методи дослідження, які відповідають МВН 4/86 15-10-98.

Рельєф дослідного поля – це рівнинне плато з пологими (1–2°) схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Ґрунтові води залягають на глибині 22–24 м. Відносно кількості опадів, то регіон має періодичні посухи і відноситься до місцевості з нестійким зволоженням. Ґрунтові умови дослідного поля відносяться до чорнозему опідзоленого малогумусного, важкосуглинкового механічного складу, що за ґрунтовим обстеженням України, виконаним під методичним керівництвом Українського НДІ ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського, займає у Лісостепу близько 19 % ріллі [19, 24, 25].

Ґрунт характеризується відносною однорідністю гранулометричного і валового хімічного складу, вилугованістю від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значними нагромадженнями елементами органічного і мінерального живлення у гумусовому шарі. Чорноземи опідзолені відзначаються глибоким заляганням карбонатів (115–120 см) та невисоким вмістом в орному шарі гумусу (2,8–3,2 %). Ступінь насиченості профілю ґрунту основами знаходиться на рівні 91,2–91,9 %, реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН 6,1–6,3), гідролітична кислотність 2,48 мг.екв/100 г ґрунту, вміст рухомих форм фосфору і калію (за

Чириковим) – 105–121 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за Корнфілдом) – 66 мг/кг ґрунту.

Товщина ґрунтового профілю, включаючи горизонт P(h)k, сягає 145–165 см. Ступінь насиченості основами складає 87–97 %. Потенційна кислотність коливається від 1,8 до 4,2 ммоль/кг ґрунту. Максимальна ємність поглинання у верхньому горизонті 28–35 ммоль/кг ґрунту. Ґрунт має вміст гумусу у верхньому горизонті 2,8–3,5 % та з порівняно різким зменшенням його вмісту з глибиною [19, 24, 25, 32].

Основні фізичні й гідрологічні властивості ґрунту дослідного поля чорнозему опідзоленого малогумусного, важкосуглинкового механічного складу на карбонатному лесі наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Фізичні властивості ґрунту

Глибина шару ґрунту, см	Густина твердої фази ґрунту, г/см ³	Щільність ґрунту, г/см ³	Вологість стійкого в'янення, %	Найменша вологоємність, %
0–20	2,63	1,23	10,6	30,1
20–40	2,72	1,27	10,6	26,8
40–60	2,58	1,25	12,5	25,8
60–80	2,63	1,23	12,4	25,3
80–100	2,66	1,24	12,5	25,2

Згідно наведених даних можна стверджувати, що ґрунт є однорідним і вміст агрономічно цінних агрегатів складає 65 %. Густина твердої фази коливається в межах 2,58–2,72, щільність ґрунту – 1,23–1,27 г/см³. Вміст непродуктивної вологи у шарі один метр досягає 10,6–12,5 %.

Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового наведені вказують, що профіль ґрунту диференціюється за елювіально-ілювіальним типом. Вміст гумусу в орному шарі невисокий 2,8–3,7 %. У

складі гумінових кислот переважає фракція, пов'язана з наявністю кальцію. Карбонатні вилугувані вставки знаходяться на глибині 115–120 см (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого

Індекси генетичних горизонтів	Глибина шару ґрунту, см	Вміст гумусу, %	рН сольової витяжки	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту	Сума увібраних основ, мг/кг	Рухомі форми поживних речовин, мг/кг		
						NO ₃ ⁺	NH ₄ ^N	P ₂ O ₅
He	0-20	3,80	6,09	1,80	29,60	41,0	101,0	119,0
He	20-40	3,45	6,14	1,85	29,40	35,0	100,3	117,0
Hpi	40-60	2,74	7,06	1,93	30,30	21,6	100,0	114,5
Hpi	60-80	2,09	7,26	2,05	32,00	14,7	98,6	97,3
Phi	80-100	1,83	7,46	2,12	33,00	12,3	99,1	96,5

Ступінь насичення ґрунту основами досить висока і складає 29,6–33 мг/кг ґрунту. У складі увібраних основ переважає обмінний Кальцій. Вміст рухомих форм Азоту, Фосфору і Калію досить високий. Вміст Фосфору досягає 102 мг/кг ґрунту. Серед мінеральних фосфатів більше фосфатів Кальцію. Однак із загальної кількості даних елементів переважають органічні сполуки Фосфору. Вміст доступного для рослин Калію високий і складає в орному шарі 116–119 мг/кг ґрунту.

У цілому фізико-хімічні властивості ґрунту і рельєф місцевості, де проводилися дослідження, за показниками цілком придатні до вирощування овочів і за умов раціонального використання органічних і мінеральних добрив здатні забезпечити високу врожайність.

Кліматичні умови. Важливу роль у вирощуванні і одержанні високої врожайності овочів належить метеорологічним умовам, які створюють у вегетаційний період вирощування сприятливі умови. Клімат природно-господарського району, де проводилися дослідження – помірно-континентальний, теплий, характерний для Правобережного Лісостепу України, який відносять до зони нестійкого зволоження, що визначає потребу у зрошенні промислових посівів овочевих рослин.

Метеорологічні фактори регіону досить нестійкі. Так, за багаторічними даними метеостанції «Умань», розташованої на території Уманського НУС, середньорічна кількість опадів складає 633 мм, проте у деяких роках спостерігаються значні відхилення від цього показника і досить часто виникають посухи, що обумовлюється річною кількістю опадів та нерівномірним їх розподілом упродовж року. За тепловим режимом клімат регіону помірноконтинентальний. Безморозний період триває 170–185 діб. Перші осінні заморозки спостерігаються на початку жовтня. Гідротермічний коефіцієнт складає 0,9–1,2. Річна сума температур, що перевищує 10°C складає 2530–2870°C з тривалістю цього періоду 160–170 діб. Середньодобова температура понад 5°C триває 205–210 діб, а загальна сума температур досягає 2901–3005°C. Сумарна кількість фотосинтетичноактивної радіації (ФАР), що надходить за вегетацію, складає 1561,6 кДж/м² [18, 34].

Весна розпочинається переходом середньодобової температури повітря через 0°C і продовжується ± 10 діб від середнього нормативного строку (18 березня). Відомо, що чим раніше настає перехід через 0°C, тим триваліший період від 0 до 5°C, що спостерігалось у 2017 році, коли добова температура досягала цього рівня майже 30 діб. Сніг розстає повільно і поверхневі стоки рідко бувають значними, що відбувалося навесні 2018 року, а іноді, як це було у 2017, 2019 роках, вони майже зовсім не утворювалися. Нагромадження запасів вологи у ґрунті відбувається упродовж осінньо-зимового та весняного періоду. У квітні (5–8-го) середня добова температура

переходить позначку $+6^{\circ}\text{C}$, а близько 26-го підвищується за $+10^{\circ}\text{C}$. Проте у квітні часто буває і похолодання. На початку травня також часто повертається холод і з'являються короткочасні заморозки. Близько 17 травня середня добова температура підвищується за $+17^{\circ}\text{C}$.

Літо розпочинається з переходу середньодобової температури повітря через 15°C і характеризується високими температурами. Середня температура знаходиться в межах $19\text{--}25^{\circ}\text{C}$, а упродовж останніх років у зв'язку з глобальним потеплінням уже в червні досягає $+36\text{...}+38^{\circ}\text{C}$. Теплий і вологий період літнього сезону сприяє добрій вегетації овочевих рослин. Вологі західні вітри, які переважають влітку, приносять значну кількість опадів. Оподи іноді супроводжуються грозою і градом. Щороку спостерігається близько 26 днів з грозою. Однак, в окремі роки бувають літні посухи, обумовлені тривалим і значним дефіцитом вологи із підвищеною температурою і досить низькою відносною вологістю повітря, внаслідок чого суттєво втрачаються запаси продуктивної вологи з ґрунту. Такі періоди тривалістю 10–20 днів повторюються два-три рази за вегетаційний період і найчастіше спостерігаються у липні-серпні. Саме кінець літа і початок осені є найбільш сухим періодом теплої частини року. Посушливою також нерідко буває і весна, коли одночасно з потеплінням, за відсутності дощів, безперервно знижується відносна вологість повітря і створюється реальна загроза засухи.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, і довготривала. Перехід середньодобової температури через 10°C спостерігається у середині, а то й наприкінці жовтня, коли дні стають хмарними й дощовими і можливі перші заморозки. Під час пізньої осені спостерігається мінлива температура з періодичними опадами у вигляді дощу, які сприяють поповненню запасів вологи. Після 20 листопада температура навколишнього повітря опускається нижче 0°C .

Зима переважно тепла, з частими відлигами і хмарною погодою. Середня температура повітря в найхолоднішому місяці (січні) $-5,7^{\circ}\text{C}$, у

найбільш холодні зими іноді вона в січні-лютому досягає $-34\dots-36^{\circ}\text{C}$. Щороку буває 80–97 діб зі сніговим покривом. Ґрунт взимку часто промерзає на глибину 40–70 см, а у окремі роки навіть повністю розмерзається, що сприяє кращому використанню зимових опадів. Під час відлиг температура може підвищуватись до $+9\dots+12^{\circ}\text{C}$, інколи снігового покриву до середини січня зовсім немає. Відповідні перепади температури супроводжуються утворенням крижаної кірки, що негативно впливає на стан овочевих культур. Сума річних опадів у районі досліджень складала 554,5–633 мм, середніх багаторічних показників за 30-річний період – 633 мм. В окремі роки річна кількість опадів сягала 670–784 мм. Оподи упродовж року розподіляються досить нерівномірно. Найбільше їх у червні, липні і вересні (87–89,1 мм), а найменше – у жовтні-лютому (5,3–35,9 мм). Середня кількість опадів за вегетаційний період коливалася в межах 324,5–375 мм.

Сніговий покрив утворюється у період з 15–25 грудня і сходить 21–23 березня, а узимку виникав у другій половині січня – на початку лютого й повністю розтавав на початку березня. Період стійкого снігового покриву триває 82–95 діб. Сніготанення продовжується 10–14 діб. Найпізніша дата розтавання ґрунту 10 квітня, хоч у деяких місцях вона настає до 15–20 квітня. Середня висота снігового покриву на полях не перевищує 7–9 см, хоча в окремі роки буває до 26–50 см. Проте стійкого снігового покриву часто не буває. Взимку переважає похмура погода з опадами, що часто випадають, але у незначній кількості. Майже дві третини зимових опадів – тверді (сніг, снігові зерна тощо), одна чверть їх – змішані. У холодний період року поряд з твердими опадами можуть випадати дощі. З річної кількості опадів на холодний період припадає близько 95–135 мм. Накопичення вологи у ґрунті залежить переважно від осінньо-зимових опадів, кількість яких досягає 40 % від річних [18, 34].

Погодні умови. Інформаційною базою для аналізу метеорологічних умов за період проведення дослідження 2017–2020 років була метеостанція «Умань». Використовували такі показники: середня декадна і місячна

температура повітря та кількість опадів, тривалість періоду з середньодобовою температурою вище 5 і 15⁰С, сума активних й ефективних температур вище за 10⁰С. Різна комбінація агрометеорологічних чинників за роки досліджень створила відповідні умови для росту, розвитку й отримання досить високої врожайності овочів і картоплі.

Аналіз кліматичних умов показав, що регіон сприятливий для вирощування овочевих рослин, однак в окремі роки спостерігаються несприятливі особливості погоди, які призводять до зниження урожайності (рис. 2.1, 2.2, 2.3).

За вегетаційний період 2017 і 2018 рр. кількість опадів не перевищує середніх багаторічних даних. Так, у березні випало 54,7–26,9 мм, у квітні 69,2–31,8 мм, у травні 40,3–114,4 мм, що перевищувало багаторічні показники й у вересні 37,6–6,7 мм, що менше за середні багаторічні значення. Середньодобова температура перевищувала середні багаторічні значення упродовж вегетаційного періоду.

Веgetаційний період 2019 р. посушливий. Опадів випало значно менше за середні багаторічні значення і розподілялись у часі вони досить нерівномірно. Так, у березні випало 26 %, у квітні – на 21 %, у травні – на 18 % менше від середньомісячної норми. Температурні показники за цей період перевищували середні багаторічні відповідно на 1,7, 3,5 та 3,5 °С. Літо було теплим з дефіцитом опадів.

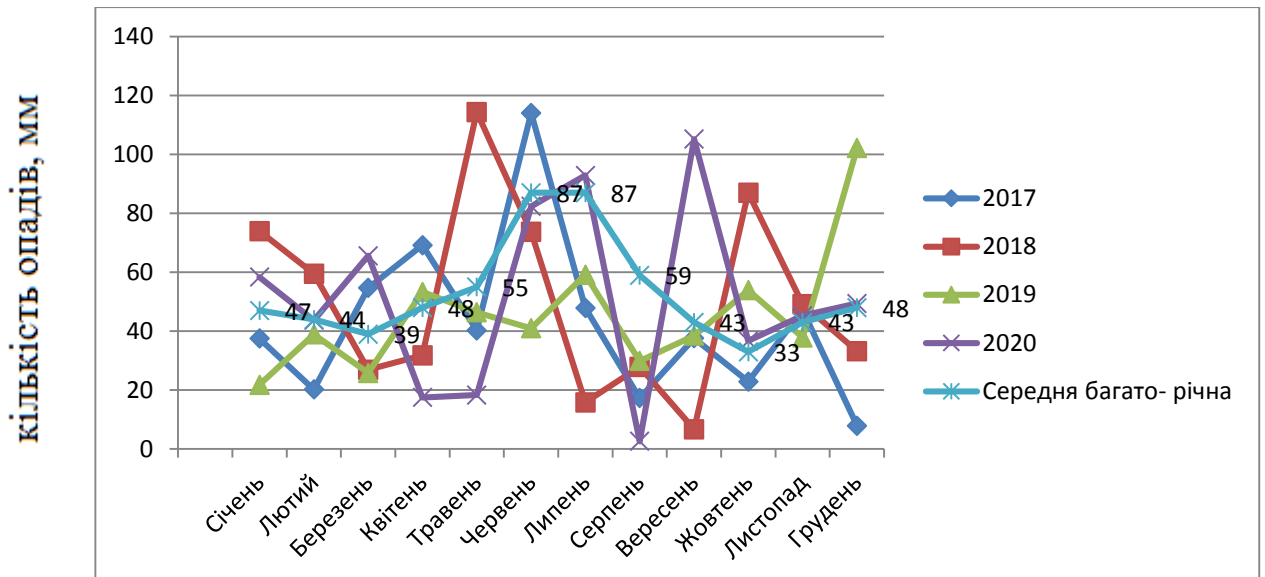


Рис. 2.1 Кількість опадів за роки проведення досліджень, мм

Червень спостерігався теплий і посушливий. У липні випадала місячна норма опадів і відповідно погода була нестійкою із значними перепадами температур та періодичними зливами. Серпень в цілому був помірно теплим та сухим, місячна норма опадів складала половину.

Упродовж вегетації 2020 р. значну кількість опадів, які перевищували середні багаторічні дані, спостерігали в березні, травні та вересні. Так, у березні випало на 20,7 мм більше за середні багаторічні дані, у травні – на 14,9 мм, у вересні – на 40,9 мм

Температурні показники значно перевищували середні багаторічні у квітні, травні, червні, серпні й вересні. Середньодобова температура повітря у вересні була вищою за середні багаторічні дані. Особливо високими температурами за вегетаційний період відзначалися 2018 і 2020 рр. Середньомісячна температура квітня досягала рівня 12,3–13,5⁰С та переважала багаторічні показники на 3,8–5,0⁰С. У травні – на рівні багаторічних показників – 14,7–17,9⁰С. У червні більше від норми за усі роки досліджень на 1,7–2,6⁰С.

середньодобова температура повітря, °С

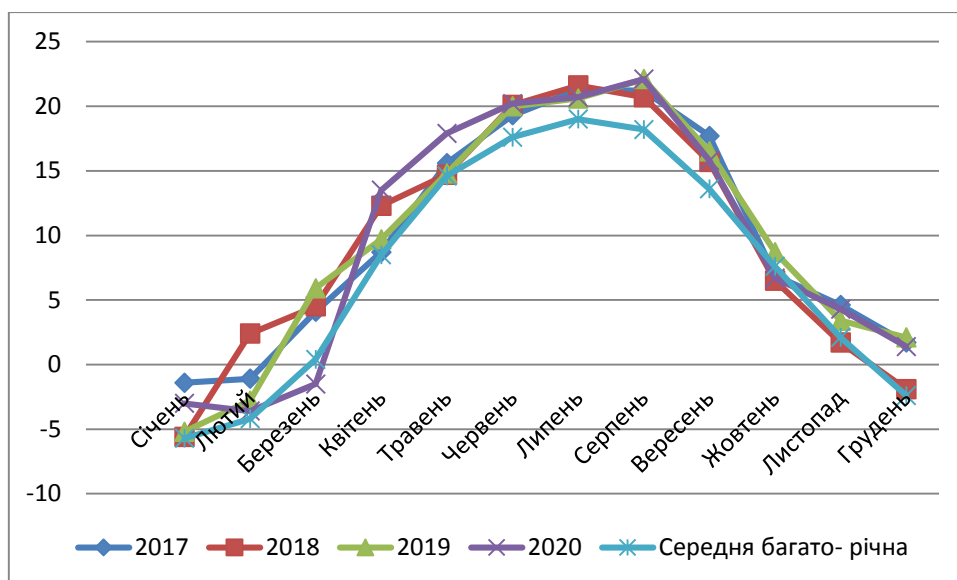


Рис. 2.2 Середньодобова температура повітря за роки проведення досліджень, °С

У липні, серпні і вересні за усі роки температура теж переважала багаторічні дані, що не сприяло росту шпинату городнього і селери черешкової, буряку столового і моркви посівної, але підвищувало роль абсорбентів і біопрепаратів.

відносна вологість повітря, %

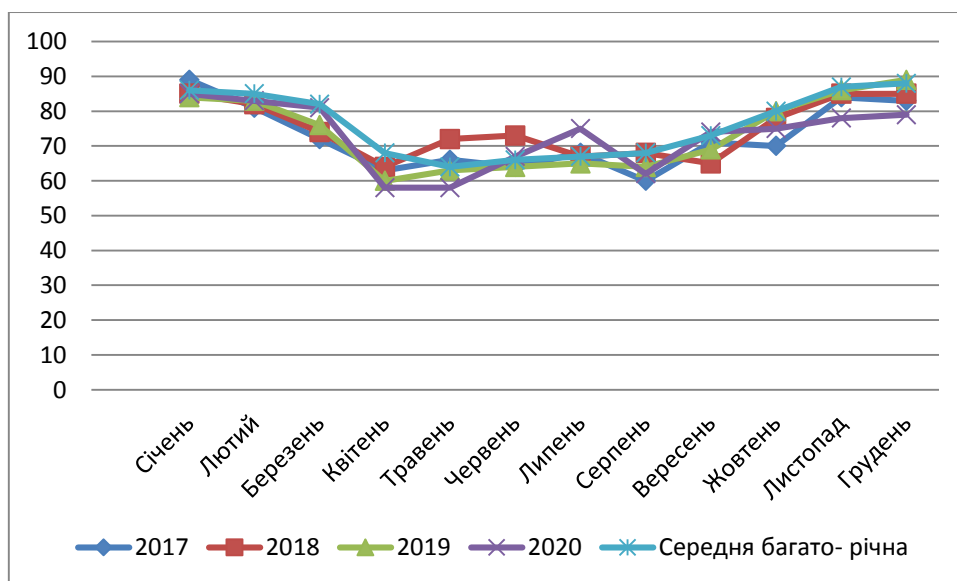


Рис. 2.3 Відносна вологість повітря за роки проведення досліджень, %.

Відносна вологість повітря за роки досліджень перебувала на рівні багаторічних показників і перевищувала їх на 1–4 % та складала 64–73 %, що теж сприяло застосуванню абсорбентів і біопрепаратів.

Отже, природно-кліматичні та погодні умови періоду і регіону проведення досліджень у 2017–2020 рр. були в основному характерними для даного регіону та сприятливими для росту й розвитку овочів і картоплі.

2.2. Схема дослідів і методика проведення досліджень

З метою виявлення впливу елементів технології та застосування найбільш оптимальних для одержання максимально високої урожайності овочів і картоплі упродовж 2017–2020 рр. проводили дослідження на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому відповідно до загальноприйнятих національних методик і стандартів: «Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І., 2001]; «Методика полевого опыта» [Доспехов Б. А., 1985]; «Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів» [Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П., 2003]; «Основи наукових досліджень в агрономії» [Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В., 2005], Інституту експертизи сортів рослин та ІОБ НААН [3, 16, 33]. Технологічні прийоми вирощування застосовували у загальноприйнятій для Правобережного Лісостепу України строки.

Польові й лабораторно-польові досліді закладали рендомізованими блоками у чотириразовому повторенні на дослідному полі навчально-виробничого відділу (НВВ) Уманського НУС та на території районів. Для дослідження обрано чотири райони Черкаської області, які внаслідок Чорнобильської аварії забруднено різними рівнями радіонуклідів, а саме Канівський, Чигиринський, Черкаський і Уманський райони. Як контрольний представлений Чигиринський район, що майже не зазнав

радіаційного впливу.

Проведено дослідження не тільки овочевої продукції і картоплі, а й ґрунтів, на яких вона вирощувалась. Виміри проводилися в радіологічній лабораторії ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» за допомогою спектрометричних комплексів енергії γ -випромінювання СЕГ-001 «АКП-С» і β -випромінювання СЕБ-01 з програмним забезпеченням. Даний прилад використовується для контролю вмісту радіонуклідів у ґрунті, воді, сільськогосподарській продукції [7, 8].

Характер та зміст наукового дослідження визначався конкретними завданнями, пов'язаними з вивченням окремих питань досліджуваної тематики. У процесі наукової роботи було використано польовий, лабораторно-польовий, статистичний та лабораторний методи досліджень. У розробці схеми дослідів та проведення подальших спостережень, обліків, обрахунків і аналізу використано методичні джерела наукової літератури [1, 2, 3, 5, 8, 9, 16, 20, 21, 22, 23, 26, 31, 35, 36, 40].

Технологічні прийоми у дослідях проводили відповідно до розроблених схем згідно з вимогами до них овочів і картоплі. Основний обробіток здійснювалося у вигляді зяблевого та передпосівного обробітку на відповідну глибину у загальноприйнятій для Правобережного Лісостепу України строки. Висівали насіння відповідно до методики закладених дослідів. Догляд за рослинами полягав у систематичному розпушенні ґрунту, підгортанні рослин, видаленні бур'янів і захисті від шкідників та хвороб.

Під час проведення дослідів відзначали дату сівби, появу сходів і справжніх листків, фазу інтенсивного росту, технічної стиглості, дату плодоношення.

Відзначали початок кожної фази, коли вона спостерігається у 10 % рослин, а масове настання фази – у 75 % рослин. Відсоток рослин, що вступили в ту чи іншу фазу, встановлювався підрахунком. Площа облікової ділянки – 5 м².

Біометричні виміри проводили в таких фазах росту й розвитку рослин: поява та розгортання сім'ядоль, 1-го, та 3-го листка, фазу технічної стиглості, початок формування репродуктивної частини, бутонізації, початку цвітіння й плодоношення.

У відповідні фази росту і розвитку рослин вимірювали довжину й ширину листкової пластинки, підраховували кількість листків на десяти типових рослинах, висоту рослини й головного стебла визначали у динаміці, довжину головного кореня, масу надземної та підземної частин (коренеплоду) у рослин. У квітки враховували забарвлення пелюстки і чашолистика. Біометричні вимірювання проводили на 10 типових рослинах з ділянки.

Кількість листків визначали методом підрахунку, площу листкової пластинки розрахунковим методом, використовуючи параметри довжини й ширини листка за формулою [1,2, 5, 35].

$$S = D \cdot Ш \cdot K$$

де, S – площа листка, см^2 ; D – довжина листка без черешка; $Ш$ – ширина листка у найширшому місці; K – коефіцієнт для перерахунку.

Облік врожаю проводили суцільним методом з однієї ділянки досліду. Під час збирання врожаю визначали середню масу рослини та коренеплоду ваговим методом з точністю до 0,01 кг. Загальний урожай з ділянки обліковували з кожної ділянки окремо та сортували на стандартні й пошкоджені чи нестандартні рослини згідно з ДСТУ 7160:2010 «Насіння овочевих, баштанних, пряно-ароматичних культур. Сортові й посівні якості. Технічні умови [15]».

Для характеристики структури врожаю проби зелені, черешкв селери, коренеплодів, взяті з ділянок, розділяли на фракції – стандартні й нестандартні. Рахували кількість листків і масу рослини кожної фракції. Товарність урожаю визначали за масою рослини та загальною масою, зібраною з ділянки.

Біохімічні та органолептичні показники якості овочів визначали перед збиранням урожаю у свіжих зразках, виконуючи лабораторні дослідження, які включали визначення вмісту сухої розчинної та нерозчинної речовини, цукрів вітаміну С, нітратів, вміст пігментів хлорофілу та каротиноїдів [10–14]. Окремі показники визначалися згідно з прийнятими у дослідженнях методами:

- суху речовину визначали методом висушування за $t^{\circ} 105^{\circ}\text{C}$ за ДСТУ 4586:2008;
- вміст сухої розчинної речовини – на рефрактометрі РПЛ-3М згідно з ДСТУ 4945:2008;
- вміст масової концентрації цукрів – фериціанідним методом згідно з ДСТУ 4875.93;
- аскорбінову кислоту – йодометричним методом Муррі згідно з ДСТУ 4958:2008;
- вміст хлорофілу у зеленій частині рослини визначали методом фотоелектроколориметрування на ФЕК-56;
- вміст нітратів – потенціометрично за допомогою іонселективних електродів за ДСТУ ISO 6635: 2004.

Одержані в досліді дані обробляли статистичними методами кореляційного і дисперсійного аналізу на ПК за допомогою прикладних програм Microsoft Excel.

Економічну ефективність окремих елементів технології вирощування овочів розраховували за середньозваженими реалізаційними цінами 2017–2019 рр. відповідно до методичних вказівок ННЦ «Інститут аграрної економіки» [21]. Виробничі витрати на 1 га обчислювали з технологічних карт вирощування та враховували нові елементи технології. Собівартість продукції визначали розрахунковим методом, приймаючи розмір виробничих витрат з догляду однаковим. Різниця у розмірі витрат на вирощування кожного окремого виду і сорту й витрат на застосування елементів технології обумовлювалася рівнем врожайності.

Біоенергетичну оцінку технологічних прийомів розраховували відповідно до методик, розроблених О. С. Болотських, М. М. Довгаль [1, 2].

Облік врожайності та дослідження господарсько-біологічних особливостей сортів овочів і картоплі в Правобережному Лісостепу України виконували із сортами вітчизняної й зарубіжної селекції, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для вирощування на території України [6].

Дослідження з визначення радіонуклідів, важких металів і нітратів проводилися у 2017–2020 рр. на полях Черкаської області.

Методика визначення радіонуклідів, важких металів і нітратів. Відбір проб та первинна обробка для визначення вмісту Стронцію-90 та Цезію-137 у харчових продуктах проводилась згідно методичних вказівок МВ 6.6.1-10.10.1.7.158–08 [7, 8]. Перед відбором проб проводили дозиметричний контроль поширеності дози гамма-випромінювання. Порядок відбору проб здійснювався відповідно до нормативних документів (НД), а саме: ДСТУ ISO 874-2002. Фрукти та овочі свіжі і ISO 874:1980, ІДТ [7, 8].

Лабораторному дослідженню підлягала середня проба, яка характеризує радіоактивне забруднення всієї партії. Відбір овочів, а саме цибулю ріпчасту, буряк столовий, капусту білоголову, картоплю, моркву посівну відбирали по 10–15 проб. Овочі й коренеплоди промивали проточною водою, видаляли неістивні частини продукції та подрібнювали.

Під час вимірювання ^{137}Cs і ^{90}Sr використовували сцинтиляційні спектрометри з блоками детектування у свинцевому захисті.

Для вимірювання активності ^{90}Sr використовували спектрометр енергій бета-спектри СЕБ-01–150, який характеризує діапазон енергій бета-випромінювання від 0,1 до 3,5 Бк.

Для визначення ^{137}Cs у продуктах харчування (овочі і картопля) використовували спектрометр енергій гамма-випромінювання СЕГ-001 АКП – С, з діапазоном енергій гамма-випромінювання від 0,2 до 2,8 Бк. Обрахунок результатів проводився автоматично програмою Ak Win, після чого

результат виводився на протокол, в якому були зазначені результати вимірювань, допустимі рівні згідно НД на продукцію.

Визначення безпеки харчових продуктів, придатності їх для споживання за рівнями вмісту радіонуклідів здійснюється відповідно до вимог державних норм ДН 6.6.1.1-130-2006.

Продукти харчування, якість яких не відповідає встановленим нормативам, вилучаються з обігу за узгодженням власника з територіальними закладами Державної санітарно-епідеміологічної служби МОЗ України.

Визначення важких металів проводять інверсійними електрохімічними методами, зокрема інверсійною вольтамперометрією з лінійною розгорткою потенціалу на твердому графітовому чи скловуглецевому електроді.

Визначення вмісту нітратів у картоплі та овочевих коренеплодах проводили іонометричним методом відповідно до НД – ДСТУ 4948:2008 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту нітратів. Метод полягав у вилученні нітратів розчином алюмокалієвих галунів з наступним вимірюванням концентрації нітратів за допомогою іонселективного нітратного електроду типу «ЭЛИС-121 NO₃».

Експериментальну частину дослідження з вивчення впливу застосування абсорбентів на ріст, врожайність і якість овочевих рослин шпинату городнього, селери черешкової виконано на кафедрі овочівництва. Встановлення ефективності застосування абсорбентів для овочевих рослин та вплив на ріст, розвиток й урожайність проводили із сортами шпинату городнього Матадор і Малахіт, селери черешкової – Монарх, Аніта, Діамант. Досліджували абсорбенти у формі таблетки, гелю й гранул фірми «Максимарин». За контроль використовували варіант без внесення абсорбенту.

Дослід закладали у чотириразовому повторенні. Площа загальної ділянки 5 м², облікової – 3 м². Насіння шпинату висівали і розсаду селери висаджували за схемою розміщення 45×15 см.

Схема досліду:

- 1 Без внесення абсорбенту – контроль
- 2 Таблетка
- 3 Гель
- 4 Гранули
- 5 Гранули з бетонітом
- 6 Гранули з калієм
- 7 Середні гранули
- 8 Дрібні гранули

Вивчення впливу застосування біопрепаратів фірми «Жива земля» для буряка столового і моркви посівної виконано на кафедрі овочівництва та в науковій лабораторії масових аналізів Уманського національного університету садівництва.

Дослідження з вивчення впливу біопрепаратів на урожайність і якість коренеплодів буряка столового сортів Делікатесний і Червона куля та моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 проводили у 2018–2020 рр.

Схема досліду:

1. Контроль
2. Хелпрост овочевий
3. Хелпрост овочевий +Фітохелп
4. Солютин
5. Солютин+Фітохелп
6. Липосам
7. Хлорела

Дослід закладали методом рендомізованих повторень. Повторність досліду – чотириразова. Площа дослідної ділянки 10 м². Схема сівби буряка столового 45×12 см, моркви посівної 45×5 см. Програмою дослідження передбачалося проведення фенологічних спостережень, біометричних вимірювань, облік врожайності та якості продукції за загальноприйнятими методиками.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II

1. Вирішення поставлених завдань та проведення фенологічних спостережень, біометричних вимірювань, визначення фітометричних показників, дослідження хімічного складу зроблено на основі складеної схеми комплексних досліджень відповідно до загальноприйнятих у овочівництві методик і стандартів.

2. Схемою комплексних досліджень заплановано визначити величину врожаю овочів та картоплі упродовж вегетаційного періоду та вивчити основні якісні показники продукції, провести математичну обробку отриманих експериментальних даних за допомогою прикладних програм, що виконуються на ПК.

3. Встановлено достатність об'єкта дослідження, обґрунтовано методологічно визначення показників якості та проведено математичну обробку результатів досліджень, що стало основою для отримання достовірних результатів й обґрунтованих даних та дозволило отримати об'єктивні висновки.

4. Заплановано проведення обробки отриманих результатів досліджень статистично-математичними методами, що стало основою для отримання достовірних результатів і обґрунтованого аналізу даних та дозволило отримати об'єктивні висновки.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ II

1. Болотських О. С., Довгаль М. М. Методика біоенергетичної оцінки технологій в овочівництві. Харківський ДАУ, 1999. 28 с.
2. Болотских А. С., Довгаль Н. Н., Пивоваров В. Ф., Павлов Л. В. Методика биоэнергетической оценки технологий в овощеводстве. М.: ВНИИССОК, 2009. 32 с.
3. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
4. Вожегова Р. А., Коваленко А. М. Зміни клімату в південному регіоні та

напрями адаптації землеробства до них. К.: Академпрес, 2013. Т. 1. С. 189–190.

5. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: Нічлава, 2003. 320 с.
6. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні. К, Алефа. 500 с. (щорічне видання Мінагрополітики України).
7. Стронцій-90. Определения в пищевых продуктах. МУ 5778-91. Утв. МЗ СЕЕР 04.01.91.
8. Цезий – 137. Определение в пищевых продуктах. МУ 5778 91. Утв. В МЗ СССР от 04.01.1994.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. ДСТУ 2175–93 «Зеленні овочі». – 1993. – 4 с. та ДСТУ ISO 8683-2001 Шпинат. Настанови щодо зберігання та транспортування в охолодженому стані. 2001. 5 с.
11. ДСТУ 4586:2008 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту сухої нерозчинної речовини термогравіметричним методом. 2008. 3 с.
12. ДСТУ 4945:2008 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту розчинних сухих речовин. 2008. 3 с.
13. ДСТУ 4875.93 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту масової концентрації цукрів (сума). 1993. 3 с.
14. ДСТУ 4958:2008 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення аскорбінової кислоти. 2008. 4 с.
15. ДСТУ 4948:2008 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення вмісту нітратів. 2008. 3 с.
16. ДСТУ 7160:2010 Насіння овочевих, баштанних, пряно-ароматичних культур. Сортіві і посівні якості. Технічні умови. К.: 2010. 5 с.
17. Електронний ресурс. Агросвіт – Технологія Максимарін. режим доступу: <http://m.biznes-pro.ua/index.php?page=2&id=26313&fid=53862>

18. Електронний ресурс. Современные энергосберегающие технологии сохранения влаги – главный фактор в растениеводстве. режим доступу: <http://meteorit.at.ua/index/maksimarin/0-10>
19. Електронний ресурс. Препарат Максимарін таблетований. режим доступу: http://agronovator.ua/ua/gds/gr_445/preparat-maksimarin-tabletirovannyj-id1679.html
20. Електронний ресурс. Препарат Максимарін гелевидний, 1 л. режим доступу: http://agronovator.ua/ua/gds/gr_445/preparat-maksimarin-geleobraznyj-1l-id1674.html
21. Електронний ресурс. Препарат Максимарін гранульований, 100 г. режим доступу: http://agronovator.ua/ua/gds/gr_445/preparat-maksimarin-granulirovannyj-100gramm-id59445.html
22. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. За ред. В.О. Єщенка. К.: Дія. 2005. 288 с.
23. Камчатний В.И. Определение площади листьев овощных культур с цельнокрайней и рассеченной пластинками. Вісник сільськогосподарської науки. К.: Урожай, 1977. №1. С. 35–36.
24. Каталог сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2017 р. К.: Алефа, 2017. 355 с.
25. Краткий агроклиматический справочник Украины. Под ред. К. Т. Логвинова. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 255 с.
26. Крупский Н. К., Полупан Н. И. Атлас мониторинга комплексной оценки плодородия почв Лесостепи и Степи Украины. К.: Урожай, 2008. 159 с.
27. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. За ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 369 с.
28. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. За ред. В. Волкодава. К., 2000. Вип. 1. 100 с.
29. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Под ред. В. Ф. Белика. М.: Агропромиздат, 1992. 319 с.

30. Методические указания по определению экономической эффективности сортов сельскохозяйственных культур. М., 1974. 88 с.
31. Недвига М.В., Хомчак М. Ю., Осадчий О. С. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. Київ: Сільгоспосвіта. 1994. 344 с.
32. Недвига М. В. Лабораторний і польовий практикум з ґрунтознавства. К.: Агропромвидав України, 1999. 239 с.
33. Нечипорович А.А. Хлорофилл и фотосинтетическая продуктивность растений. Минск: Наука и техника, 1974. 416 с.
34. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К.: Юніверст Медіа. 2014–2017. 1024 с.
35. Тимошенко І. І., Майщук З. М., Косилович Г. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Львів: ЛДАУ, 2004. 111 с.
36. Тихоненко Д. Г. Ґрунтознавство. Київ: Вища школа, 2005. 703 с.
37. Ткаченко Ф.А. Сорта овощных и бахчевых культур. К.: Урожай, 1978. 328 с.
38. Трегубова А. С. Агрокліматичний довідник по Черкаській області. К.: Держсільгоспвидав УРСР, 1959. 98 с.
39. Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Кецкало В. В., Улянич К. Ф., Рогова О. В. Використання новітніх методів досліджень в овочівництві. Методика, механізація, автоматизація та комп'ютеризація досліджень у землеробстві, рослинництві, садівництві та овочівництві. Збірник наукових праць ІЦБ УААН. Київ, 2007. Вип. 9. С. 56–61.
40. Хомякова Е. Н., Требухина К. А., Бушков В. П. Методические указания по первичному семеноводству зеленных и пряновкусовых овощных культур. М.: ВНИИССОК, 1990. С. 9–21.
41. Fisher R. A. Statistical methods for research workers. New Delhi: Cosmo Publications, 2006. 354 p.

РОЗДІЛ 3

НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ЦЕЗІЮ-137 І СТРОНЦІЮ-90 ОВОЧЕВИМИ РОСЛИНАМИ ТА КАРТОПЛЕЮ НА ЧОРНОЗЕМІ ОПІДЗОЛЕНОМУ

Забрудненість рослинної продукції радіонуклідами, що надходять з ґрунту через корені, залежить від типу і властивостей ґрунту. У зв'язку з цим поведінка радіонуклідів у ґрунті відіграє надзвичайно важливу роль у загальному циклі їх міграції, оскільки поглинання радіонуклідів із ґрунту рослинами значною мірою залежить від його фізико-хімічних властивостей, а також від фізико-хімічних властивостей самих радіонуклідів, біологічних особливостей рослин, погодно-кліматичних умов і технології вирощування культур. До яких належить: видалення або загортання поверхневого шару ґрунту; збільшення площ під культуру з низьким рівнем накопичення радіонуклідів; меліорація природних пасовищ; вапнування кислих ґрунтів; застосування мінеральних і органічних добрив; застосування спеціальних речовин [1,7].

Найбільш небезпечними є два радіоактивні ізотопи – Цезій-137 (період напіврозпаду складає більше 30 років), який інтенсивно сорбується ґрунтом і Стронцій-90 (період напіврозпаду 29 років), час виведення якого з організму людини складає 18 років [2]. Для Цезію характерно поглинання мінеральною частиною ґрунтів. Елемент проникає у кристалічні решітки глинистих мінералів і міцно зв'язується з тонкодисперсною частиною ґрунту [3, 4, 5].

Радіонуклід ^{90}Sr характеризується більшою рухливістю у ґрунтах порівняно із ^{137}Cs . Його поглинання обумовлено іонним обміном і велика частина радіонукліду затримується у верхніх горизонтах ґрунту. Швидкість міграції Стронцію-90 по ґрунтовому профілю залежить від фізико-хімічних і мінералогічних особливостей ґрунту [15, 16].

Як стверджують вчені, до сьогодні Цезій-137 знаходиться у гумусі, а

половина Стронцію-90 перейшла у сполуки, доступні для вищих рослин. Запобігання переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини є одним із основних завдань сучасної сільськогосподарської науки [1, 7].

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів встановлюються державними органами. Допустимі рівні вмісту Цезію-137 (^{137}Cs) у ґрунті 0–1 $\text{Ки}/\text{км}^2$ – ґрунт чистий, 1–5 – зона посиленого радіаційного контролю, 5–15 – ґрунт заражений, зона добровільного гарантованого відселення, >15 – ґрунт заражений, проживання людей заборонено [4, 18].

Останнім часом у зв'язку з економічною кризою та реорганізацією санітарно-епідеміологічної служби в нашій країні значно зменшилася кількість радіологічних досліджень. Упродовж останніх 2014–2020 рр. стан ґрунтів за радіаційними показниками у Черкаській області не перевірявся. Однак, до сьогодні досить небезпечними радіонуклідами у ґрунті залишаються Cs-137 і Sr-90 [14, 15, 16, 19, 20].

Тому, проведеними дослідженнями передбачалося виявити вміст радіонуклідів, зокрема Цезію-137 (^{137}Cs) і Стронцію-90 (^{90}Sr) у ґрунтах, овочах і картоплі Черкаської області, зокрема Уманського, Канівського, Чигиринського і Черкаського районів.

3.1 Накопичення і міграція радіонуклідів у чорноземі опідзоленому у районах Черкаської області

Залежно від рівня забруднення ґрунту радіонуклідами, ландшафтно-геохімічних особливостей забруднених територій, у біоценозах здійснюється перехід радіонуклідів з ґрунту у рослину. Визначення кількості забрудненої продукції дозволяє дати оцінку радіаційній ситуації у даному регіоні.

Радіоактивне забруднення Черкаської області після Чорнобильської трагедії складало 6180 км^2 . Більшість викинутих радіонуклідів становили ізомери Йоду – 131, 132, 133, 135, Барію та Лантану-140, Нептунію-239, які називають коротко існуючими. Вони практично зникли внаслідок

природного розпаду упродовж перших місяців після аварії. На сьогодні найбільшу небезпеку несуть так звані довгоіснуючі радіонукліди: Цезій-137 (Cs-137), Стронцій-90 (Sr-90) і трансуранові елементи [3, 6, 7].

На Черкащині, де щільність Cs-137 складала від 1 до 7 Кі/км², під радіоактивне забруднення потрапили 103 населені пункти із 13 районів, в тому числі Канівський (с. Тростянець) та Черкаський (с. Кумейки). Дані населені пункти мали найвищий рівень радіоактивного забруднення у 1991–1992 рр.[7,17, 18].

Радіоактивний Цезій-137 і Стронцій-90 є основними іонізуючими радіонуклідами, які упродовж багатьох років будуть визначати збруднення овочевої продукції, як продукту споживання. Умовами проведення досліджень передбачалося знати попередній рівень забруднення ґрунту радіонуклідами (табл. 3.1).

Таблиця 3.1.

Порівняльна характеристика вмісту у ґрунтах Cs-137 (Кі/км²) у районах Черкаської області

№ п/п	Район	1991 р.	1992 р
1	Канівський	6,86	5,47
2	Уманський	1,91	1,60
3	Черкаський	2,71	2,70
4.	Чигиринський	2,65	2,64

На дерново-підзолистих ґрунтах Білорусі і України встановлено залежність переходу ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr з ґрунту у рослину, на яку впливають агрохімічні властивості ґрунту, такі як Ph, вмісту гумусу, рухомих форм

азоту, фосфору і калію. Багаторічними дослідженнями встановлені параметри надходження радіонуклідів для багатьох польових культур, але з овочевими рослинами дослідники почали працювати зовсім недавно [6, 7, 8, 17–20].

На сьогодні рівень забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області не перевищує допустимих норм і фактично є меншим у декілька разів порівняно з 90-ми роками минулого століття [16, 17, 18].

За нашими дослідженнями концентрація радіонуклідів у ґрунтах Черкаської області найбільшою спостерігалася у Канівському районі, у яких рівень Цезію-137(^{137}Cs) досягав $13,6 \times 10^{-3}$ Кі/км², Стронцію-90 (^{90}Sr) – $3,5 \times 10^{-3}$ Кі/км² (табл. 3.2).

Дані таблиці свідчать, що вміст ^{137}Cs і ^{90}Sr у ґрунтах, вибраних для досліджень, знаходиться нижче норми на даний час, оскільки допустима концентрація радіонуклідів у ґрунті складає для ^{137}Cs – 1 Кі/км² і ^{90}Sr – 0,02 Кі/км² згідно МВВ 4/86 15-10-98.

Таблиця 3.2

Концентрація радіонуклідів у ґрунтах Черкаської області, Кі/км²

Район досліджень	Cs-137 Кі/км ²				Sr-90 Кі/км ²			
	2017	2018	2019	Середн є за 2017– 2019 рр.	2017	2018	2019	Середн є за 2017– 2019 рр.
Черкаський	$8,5 \times 10^{-3}$	$7,9 \times 10^{-3}$	$7,3 \times 10^{-3}$	$7,9 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$
Канівський	15×10^{-3}	$13,2 \times 10^{-3}$	$12,7 \times 10^{-3}$	$13,6 \times 10^{-3}$	$3,9 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-3}$	$3,5 \times 10^{-3}$
Уманський	$9,0 \times 10^{-3}$	$8,6 \times 10^{-3}$	$6,9 \times 10^{-3}$	$8,2 \times 10^{-3}$	$2,7 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{-3}$	$2,2 \times 10^{-3}$
Чигиринський (К)	$6,1 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^{-3}$	$4,9 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$
<i>НІР₀₅</i>	$1,3 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$0,9 \times 10^{-3}$		$0,2 \times 10^{-3}$	$0,1 \times 10^{-3}$	$0,4 \times 10^{-3}$	

Упродовж періоду досліджень вміст важких металів у ґрунті, зокрема Цезію-137 (^{137}Cs), поступово зменшується. Так, у Чигиринському та Черкаському районах – на $1,2 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $2,1 \times 10^{-3}$, і найбільше у Канівському районі – на $2,3 \times 10^{-3}$ Кі/км².

Вміст Стронцію-90 (^{90}Sr) дещо нижчий, але теж відбувається його зниження упродовж років досліджень. Так, у Чигиринському та Черкаському районах – на $0,7 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $1,0 \times 10^{-3}$, у Канівському – на $1,1 \times 10^{-3}$ Кі/км².

Отже, вміст важких металів ^{137}Cs і ^{90}Sr у чорноземі опідзоленому, вибраному для досліджень, знаходиться нижче норми на даний час і за досліджувальний період постійно знижується. Але, потрібно дослідити накопичення важких металів у овочевій продукції і картоплі. На що буде звернута увага далі по тексту.

3.2 Накопичення і вміст радіонуклідів у овочевій продукції та картоплі у окремих районах Черкаської області

Завданнями досліджень ставилося визначення рівня забруднення радіонуклідами і важкими металами овочевої продукції і картоплі. Аналіз результатів досліджень, проведених у різних районах Черкащини підтверджує наявність радіонуклідів в усіх пробах, хоча величини їх суттєво нижчі від нормативів.

В Україні прийняті значення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування для картоплі – 60 Бк/кг, у овочах листових, столових коренеплодах – 40 Бк/кг.

Динаміка рівнів забруднення ^{137}Cs і ^{90}Sr овочевої продукції вказує на те, що у 2019 рр. у порівнянні з 2017 р. спостерігається їх суттєве зниження, у більшості місцевостей спостерігається стабілізація. Кількість досліджених нами зразків рослинницької продукції у ДУ «Черкаський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» у 2017 році

склала 164, з них зразки картоплі – 36, перевищень допустимих рівнів не виявлено (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вміст радіонуклідів у овочах у розрізі районів Черкаської області.

Дані за 2017 рік

п/п	Район	Черкаський		Канівський		Уманський		Чигиринський (К)	
	Овочі	Cs-137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs-137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs-137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs-137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг
	Картопля	2,19	0,50	2,44	0,65	2,72	0,67	2,10	0,55
	Морква	2,54	0,42	2,68	0,54	2,62	0,44	2,00	0,53
	Буряк	2,48	0,56	2,61	0,61	2,76	0,58	2,38	0,60
	Капуста	2,83	0,46	3,00	0,60	2,91	0,59	2,89	0,65
	<i>НІР₀₅</i>	<i>0,12</i>	<i>0,01</i>	<i>0,19</i>	<i>0,002</i>	<i>0,31</i>	<i>0,024</i>	<i>0,3</i>	<i>0,025</i>

Забруднення овочів радіонуклідами у районах, які найбільше постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС, а саме Канівський район, де середній вміст важких металів складав у картоплі ^{137}Cs – 2,44 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,65 Бк/кг; у моркві посівній – ^{137}Cs – 2,68, ^{90}Sr – 0,54 Бк/кг; у капусти білоголової – ^{137}Cs – 3,0 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,6 Бк/кг; у буряку столового – ^{137}Cs – 2,61 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,61 Бк/кг.

Упродовж 2018 року було проведено дослідження 172 проб, з них зразки картоплі склали – 38. Усі зразки відповідають допустимим гігієнічним нормам. Залишається тенденція до збереження забруднення овочів радіонуклідами у районах, які найбільше постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС. У Канівському районі середній вміст важких металів складав у картоплі ^{137}Cs – 2,40 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,63 Бк/кг; у моркви посівної – ^{137}Cs –

2,61, ^{90}Sr – 0,52 Бк/кг; у капусти білоголової – ^{137}Cs – 2,97 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,87Бк/кг; у буряку столового – ^{137}Cs – 2,60 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,59 Бк/кг (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вміст радіонуклідів у овочах і картоплі у розрізі районів Черкаської області. Дані за 2018 рік

№ п/п	Район	Черкаський		Канівський		Уманський		Чигиринський (К)	
		Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг
1	Картопля	2,18	0,49	2,40	0,63	2,70	0,66	2,08	0,53
2	Морква	2,45	0,40	2,61	0,52	2,61	0,43	2,01	0,51
3	Буряк	2,45	0,52	2,60	0,59	2,73	0,57	2,35	0,58
4	Капуста	2,80	0,43	2,97	0,57	2,90	0,56	2,82	0,61
	<i>НІР₀₅</i>	<i>0,1</i>	<i>0,02</i>	<i>0,17</i>	<i>0,003</i>	<i>0,24</i>	<i>0,021</i>	<i>0,22</i>	<i>0,021</i>

(К)* – контроль

Упродовж 2019 року було проведено дослідження 190 проб, з них зразки картоплі склали – 59. Залишається тенденція до вищого забруднення овочів радіонуклідами в районах, що найбільше постраждали внаслідок аварії на ЧАЕС. Так, у Канівському районі середній вміст радіонуклідів складав у картоплі ^{137}Cs – 2,40 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,54 Бк/кг; у моркви посівної ^{137}Cs – 2,65, ^{90}Sr – 0,53 Бк/кг; у капусти білоголової ^{137}Cs – 2,95 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,58 Бк/кг; у буряку столового ^{137}Cs – 2,60 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,55 Бк/кг.

У Чигиринському і Черкаському районах вміст важких металів спостерігався дещо нижчий і складав у картоплі ^{137}Cs 2,09–2,17 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,48–0,50 Бк/кг; у моркви посівної ^{137}Cs – 2,01–2,51, ^{90}Sr – 0,34–0,50 Бк/кг; у капусти білоголової ^{137}Cs – 2,75–2,78 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,42–0,59 Бк/кг; у буряку столового ^{137}Cs – 2,33–2,45 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,50–0,57 Бк/кг (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вміст радіонуклідів у овочах і картоплі у розрізі районів Черкаської області. Дані за 2019 рік

№ п/п	Район	Черкаський		Канівський		Уманський		Чигиринський (К)*	
		Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг	Cs- 137 Бк/кг	Sr-90 Бк/кг
1	Картопля	2,17	0,48	2,40	0,54	2,70	0,63	2,09	0,50
2	Морква посівна	2,51	0,34	2,65	0,53	2,60	0,42	2,01	0,50
3	Буряк	2,45	0,50	2,60	0,55	2,71	0,52	2,33	0,57
4	Капуста	2,75	0,42	2,95	0,58	2,82	0,55	2,78	0,59
	<i>НІР₀₅</i>	<i>0,08</i>	<i>0,03</i>	<i>0,15</i>	<i>0,001</i>	<i>0,20</i>	<i>0,020</i>	<i>0,17</i>	<i>0,019</i>

(К)* – контроль

В Уманському районі вміст важких металів був вищим і складав у картоплі ^{137}Cs – 2,70 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,63 Бк/кг; у моркви посівної ^{137}Cs – 2,60, ^{90}Sr – 0,42 Бк/кг; у капусті білоголовій ^{137}Cs – 2,82 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,55 Бк/кг; у буряку столового ^{137}Cs – 2,71 Бк/кг, ^{90}Sr – 0,52 Бк/кг.

Накопичення радіонуклідів в овочах залежить не тільки від типу ґрунту, а й від біологічних особливостей овочевих рослин. Встановлено, що серед овочевих рослин найбільше акумулює ^{137}Cs і ^{90}Sr капуста і картопля. Менше накопичують столові коренеплоди – буряк та морква, що підтверджує раніше встановлений дослідниками порядок, а саме – овочеві культури за здатністю поглинати радіонукліди ^{137}Cs та ^{90}Sr розташовуються у наступному порядку: капуста, огірок, кабачок, томат, цибуля, солодкий перець, часник, салат, картопля, морква, буряк, редька, редис, горох, боби, квасоля, шавель [7].

3.3 Урожайність овочів і картоплі у розрізі районів Черкаської області

Величина урожайності овочів і картоплі за роки досліджень знаходилася на оптимальному рівні, про що свідчать отримані дані (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Урожайність овочів картоплі у господарствах Черкаської області, т/га

Овочі	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2017–2020 рр.	± 2020 р. до 2017 р.
Морква посівна	22,6	22,5	23,3	30,3	24,7	+ 7,7
Буряк столовий	31,7	32,5	33,7	33,8	32,9	+ 2,1
Картопля	34,1	32,7	35,7	35,1	34,4	+ 1,0
Цибуля ріпчаста	33,9	32,8	34,3	34,4	33,9	+ 0,5
Капуста білоголова	41,2	42,7	44,3	45,1	43,3	+ 3,9
<i>НІР₀₅</i>	<i>0,5</i>	<i>0,4</i>	<i>0,7</i>	<i>0,9</i>		

Урожайність овочів і картоплі на полях, вибраних для дослідження свідчить, що у міру зменшення кількості радіонуклідів стан рослин покращується і їх продуктивність зростає. Вищу врожайність за роки досліджень отримано у моркви посівної – 24,7 т/га, що у порівнянні до 2017 р. складає 7,7 т/га, у капусти білоголової – 43,3 т/га, що у порівнянні до 2017 р. складає 3,9 т/га, буряку столового – 32,9 т/га, що у порівнянні до 2017 р. складає 2,1 т/га, цибулі ріпчатої – 33,9 т/га, що у порівнянні до 2017 р.

складає 0,5 т/га, картоплі – 34,4 т/га, що у порівнянні до 2017 р. складає 1,0 т/га.

Стабільну урожайність відносно кількості радіонуклідів у ґрунті показали картопля і цибуля. Так, за роки досліджень коливання урожайності були незначними і становили 0,5–1,0 т/га.

3.4 Якість овочів і картоплі у районах Черкаської області залежно від рівня радіонуклідів

Дослідженнями доведено, що зменшення вмісту радіонуклідів у ґрунті позитивно впливала на зменшення кількості важких металів і нітратів у овочевій продукції перед збиранням, а отже і на якість врожаю (табл. 3.7, Додаток Б).

Таблиця 3.7

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у Чигиринському районі,

мг/кг

Овочі	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Норма по НТД на продукт
Морква посівна	147	201	145	142	300
Буряк столовий	840	813	802	801	1400
Картопля	67	68	66	62	120
Цибуля ріпчаста	51	54	65	52	90
Капуста білоголова	198	195	192	183	400

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у Чигиринському районі був на рівні 51–840 мг/кг. Нижчим показником вирізнялася цибуля ріпчаста

51–65 мг/кг, у якої кількість нітратів поступово знижувалася. Таке ж явище спостерігалось і у картоплі, де показник перебував на рівні 62–67 мг/кг і теж до 2020 р. знижувався.

Середніми значеннями за кількістю нітратів вирізнялися морква і капуста. У моркви показник коливався у межах 142–201 мг/кг. У капусти – 183–198 мг/кг.

Високі показники серед досліджуваних овочевих культур мав буряк столовий, оскільки ця рослина здатна накопичувати до 1400 мг/кг нітратів і більше, але в наших умовах їх кількість була у межах 801–840 мг/кг і також відбувалося зменшення показника за роками досліджень.

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у Черкаському районі був на рівні 54–1090 мг/кг. (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у Черкаському районі, мг/кг

Овочі	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Норма по НТД на продукт
Морква посівна	167	208	208	145	300
Буряк столовий	860	907	1036	1090	1400
с. Думанці	1350				1400
Картопля	81	75	72	68	120
с. Свідівок		200			120
Цибуля ріпчаста	62	57	54	54	90
Капуста білоголова	198	298	302	264	400

Нижчим показником відрізнялася також цибуля ріпчаста 54–62 мг/кг, у якої кількість нітратів поступово знижувалася. Таке ж явище спостерігалось і у картоплі, де показник перебував на рівні 68–81 мг/кг і теж до 2020 р. знижувався. Тільки у с. Свідівок у 2018 р. їх кількість досягала 200 мг/кг і

перевищувала норму на 80 мг/кг, що пов'язане з високими нормами внесення азотних добрив.

Середніми значеннями за кількістю нітратів вирізнялися морква посівна і капуста білоголова. У моркви посівної показник коливався у межах 145–208 мг/кг, у капусти – 198–302 мг/кг.

Високі показники нітратів серед досліджуваних рослин мав буряк столовий і їх кількість була у межах 860–1090 мг/кг та відбувалося збільшення показника за роками досліджень. Тільки у с. Думанці у 2017 р. їх кількість досягала 1350 мг/кг, але не перевищувала норму, що підтверджує здатність буряку накопичувати нітрати.

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених в Уманському районі був на рівні 50–875 мг/кг. Нижчим показником відрізнялася також цибуля ріпчаста – 50–55 мг/кг, у якої кількість нітратів з роками досліджень поступово знижувалася. Таке ж явище спостерігалось і у картоплі, де показник перебував на рівні 62–66 мг/кгі теж у 2020 р. знижувався до 60 мг/кг (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених в Уманському районі, мг/кг

Овочі	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Норма по НТД на продукт
Морква посівна	146	147	145	140	300
Буряк столовий	875	825	811	806	1400
Картопля	66	64	62	60	120
Цибуля ріпчаста	55	54	55	50	90
Капуста білоголова	196	190	187	177	400

Середніми значеннями за кількістю нітратів вирізнялися морква посівна і капуста білоголова. У моркви посівної показник коливався у межах 140–147 мг/кг, у капусти білоголової – 177–196 мг/кг.

Високі показники серед досліджуваних культур мав буряк столовий і їх кількість була у межах 806–875 мг/кг, що нижче нормативів, але відбувалося збільшення показника за роками досліджень.

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у Канівському районі був на рівні 60–950 мг/кг. Нижчим показником відрізнялася цибуля ріпчаста – 60–70 мг/кг, у якої кількість нітратів поступово знижувалася. Таке ж явище спостерігалось і у картоплі, де показник перебував на рівні 68–85 мг/кг і теж до 2020 р. знижувався (табл. 3.10).

Середніми значеннями за кількістю нітратів вирізнялися морква посівна і капуста білоголова, у яких показник коливався у межах 158–183 мг/кг, 142–159 мг/кг відповідно.

Таблиця 3.10

Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у Канівському районі,

мг/кг

Овочі	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Норма по НТД на продукт
Морква посівна	175	183	165	158	300
Буряк столовий	950	952	924	845	1400
Картопля	68	85	68	68	120
Цибуля ріпчаста	64	70	62	60	90
Капуста білоголова	159	155	148	142	400

Високі показники серед досліджуваних культур мав буряк столовий і їх кількість була у межах 845–950 мг/кг і відбувалося зменшення показника за роками досліджень.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ III

1. Радіонукліди досить добре акумулюються у ґрунтах, спричинюючи тривале їх забруднення та проникають у рослини. Результати дослідження підтвердили, що рівень забруднення картоплі і овочів у Черкаській області значно нижчий відносно затверджених нормативів у 15–20 разів. Разом з тим показники забруднення Канівського і Черкаського районів вищі у 1,5–2 рази, порівняно з іншими районами області.

2. Доведено, що на сьогодні рівень забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області не перевищує допустимих норм і фактично є меншим у кілька разів порівняно з 90-ми роками минулого століття і концентрація іонізуючих радіонуклідів у ґрунтах Черкаської області найбільшою спостерігалася у Канівському районі, де рівень Цезію-137 (^{137}Cs) досягав $13,6 \times 10^{-3}$ Кі/км², Стронцію-90 (^{90}Sr) – $3,5 \times 10^{-3}$ Кі/км².

3. Упродовж періоду досліджень з 2017 р. до 2020 р. кількість важких металів у ґрунті, зокрема Цезію-137 (^{137}Cs), поступово зменшується у Чигиринському та Черкаському районах на $1,2 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $2,1 \times 10^{-3}$, у Канівському – на $2,3 \times 10^{-3}$ Кі/км². Вміст Стронцію-90 (^{90}Sr) дещо нижчий, але теж відбувається його зниження упродовж років досліджень у Чигиринському та Черкаському районах – на $0,7 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $1,0 \times 10^{-3}$, у Канівському – на $1,1 \times 10^{-3}$ Кі/км².

4. Узагальнені дані радіологічної ситуації у Черкаській області свідчать, що вона стабільна. В усіх районах області не спостерігається перевищення допустимих концентрацій Цезію-137 і Стронцію-90 у продуктах рослинного походження. Діапазон накопичення ^{137}Cs та ^{90}Sr у різних сільськогосподарських культурах різний. Sr^{90} найбільше накопичується у коренеплодах буряку столового, моркви посівної і найменше – у бульбах картоплі. Проте, їх вміст значно менший за допустимий згідно ДГН.

5. Встановлено, що накопичення радіонуклідів у овочах і картоплі залежить не тільки від типу ґрунту, а й від біологічних особливостей

овочевих рослин, серед яких найбільше акумулює ^{137}Cs і ^{90}Sr капуста білоголова і картопля, менше накопичують цибуля ріпчаста, столові коренеплоди – буряк і морква.

6. Вміст нітратів у овочах і картоплі, вирощених у районах Черкаської області був у межах НТД. Нижчим показником відрізнялася цибуля ріпчаста і картопля, у яких кількість нітратів з роками поступово знижувалася відповідно до зниження вмісту у ґрунті радіонуклідів. Високі показники серед досліджуваних овочевих культур мав буряк столовий і їх кількість зменшувалася також за роками досліджень.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ III

1. Домрацький Є.О., Бойко П.М. Радіонукліди та важкі метали як екологічний чинник в агроєкосистемах. Збірник наукових праць Херсонського НАЕУ. 2015. С. 110–117.
2. Державні гігієнічні нормативи «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді». Наказ МОЗ України 03.05.2006 № 256 [Електронний ресурс] <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06>.
3. Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення Черкаської області. Щорічна доповідь 2010 р. За редакцією В.В.Самотуги. Черкаси, 2010. 94 с.
4. Антонов В.П. Радиационная обстановка и ее социально-психологические аспекты. К.: Знание, 1987. 48 с.
5. Славова Т.В., Вергунов В.А., Славов В.П. Сільськогосподарська радіоекологія в Україні: історичні витоки, становлення, розвиток. Монографія. За редакцією чл.-кор. НААН України В.П.Славова. Житомир, ЖДУ ім. І.Франка, 2014. 226 с.
6. Рубежняк І. Г. Порівняльна оцінка нормативів забруднення ґрунтів важкими металами в Україні та країнах ЄС. *Науковий вісник Національного*

університету біоресурсів і природокористування України. Серія Біологія, біотехнологія, екологія. 2016. Вип. 234. С. 228–238.

7. Мислива Т. М., Білявський Ю. А. Агроєкологічний моніторинг рослинницької продукції з присадибних ділянок громадян Поліської та Лісостепової частини Житомирської області. *Вісник ДАУ*. 2005. №2. С. 57–61.
8. O.I. Ulianych, S.V. Schetyna, G.Ya. Slobodianyk, A.G. Ternavskiy, O.V.Kuhniuk, I.A. Didenko Ecological Status of Soils and Vegetable Products in Cherkasy Region. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. 8(3). 10–19.
9. Кухнюк О.В. Моніторинг забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області та їх міграція в овочеву продукцію. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: ДЕА, 2018. Вип. № 1 (20). Т. 1. С.144–146.
10. Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Яценко В. В., Кухнюк О. В. Акумуляція радіонуклідів Цезію-137 і Стронцію-90 у картоплі і овочах, вирощених на Черкащині. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч.І. Сільськогосподарські науки. Вип. 96. 2020. С.467–478.
11. Улянич О.І., Діденко І. А., Кухнюк О.В. Уміст мікроелементів у овочевих коренеплодах. Матеріали VII Міжнародної наукової конференції (Парієві читання) *Селекційно-генетична наука і освіта*, присвячується 150-річчю створення факультету агрономії Уманського національного університету садівництва (19–21 березня 2018 р.). Умань, Сочинський, 2018. С. 273–274.
12. Улянич О.І., Кухнюк О.В. Органічна овочева продукція, вирощена на фоні забруднення ґрунтів у Черкаській області. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції *Технологічні аспекти вирощування часнику, цибулевих і сільськогосподарських культур: сучасний погляд та інновації*, (30 травня 2018 р. Уманський національний університет садівництва). Умань: Візаві, 2018. С. 90–91.

13. Кухнюк О.В. Накопичення цезію-137 і стронцію-90 у ґрунтах та овочах Черкащини. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції *Сучасний рух науки*, (4–5 квітня 2019 року, м. Дніпро). Секція Сільськогосподарські науки. 2019, С. 624–626.
14. Кухнюк О.В. Експериментальні дослідження концентрації важких металів в овочевих культурах Черкаської області. *PRIORITY DIRECTIONS OF SCIENCE DEVELOPMENT*: II Міжнародна науково практична конференція. (м. Львів, листопад 2019 р.). Львів, 2019. С. 12–17.
15. Кухнюк О.В., Борисенко Н.М. Особливості накопичення важких металів у лікарській рослинній сировині. *Лікарські рослини та перспективи досліджень*: Збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції, присвяченої 140-річчю з дня народження П.І.Гавсевича, 13-14 червня 2019 р., Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроекології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., с. Березоточа, 2019, С. 139–141.
16. Улянич О. І., Кухнюк О.В., Чміль М.М. Умови отримання екологічно безпечної продукції лободових рослин. *Актуальні питання аграрної науки*: Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва, 21 листопада 2019 р. Редкол.: Непочатенко О.О. (відп. ред.) та ін. Київ: Основа, 2019. С. 123–124.
17. Кухнюк О.В., Коцюруба В.П. Акумуляування радіонуклідів овочевими культурами, що вирощені на ґрунтах Правобережного Лісостепу України, *SCIENCE, SOCIETY, EDUCATION: TOPICAL ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS*: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. (17–18 лютого 2020 р.), м. Харків, Україна. Харків, 2020. С.30–33.
18. Кухнюк О.В., Борисенко Н.М., Куценко Н.І. Вміст ефірної олії в сировині ромашки лікарської сорту Перлина Лісостепу залежно від часу збирання суцвіть. *Перспективні напрямки наукових досліджень лікарських та ефіроолійних культур*: Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної

конференції молодих вчених. 25 березня 2020 р. Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., Україна. с. Березоточа. С. 174–176.

19. Улянич О. І., Кухнюк О. В., Коцюруба В. П. Проблема забруднення важкими металами основних сільськогосподарських культур у Правобережному Лісостепу України. *EURASIAN SCIENTIFIC CONGRESS: Abstracts of VI International Scientific and Practical Conference*. Barcelona, Spain (14–16 June 2020). Barcelona, 2020. С. 38–42.

20. Улянич О. І., Воробйова Н. В., Яценко В. В., Кухнюк О. В. Накопичення радіонуклідів у картоплі і овочах. *Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*. 12 червня 2020 р. Умань, 2020. С.56–58.

Матеріали розділу III висвітлені у друкованих працях: 8–20.

РОЗДІЛ ІУ

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ ТА ВПЛИВ АБСОРБЕНТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ОВОЧЕВИХ РОСЛИН

Високу врожайність овочевих рослин у посушливих умовах можливо отримати забезпечивши їх оптимальними умовами росту. У науковій літературі рекомендується для сприяння росту застосовувати абсорбенти [1].

Абсорбенти – природні або синтетичні сполуки, які використовуються для внесення у ґрунт з метою ініціювання змін у процесах їх життєдіяльності для покращення якості продукції, збільшення врожайності, полегшення збирання і зберігання врожаю. Використання абсорбентів веде до змін в обміні речовин, аналогічних тим, що виникають під впливом зовнішніх умов. Тобто абсорбенти – це не поживні речовини, а фактори забезпечення росту і розвитку рослин [2, 3, 4].

Абсорбенти активізують в рослинах основні життєві процеси. Під їх дією прискорюється наростання зеленої маси та кореневої системи, активно використовуються вода і розчинені у ній поживні речовини ґрунту та мінеральних добрив, їх стійкість до захворювань, зміни температур, посухи, відповідно підвищується врожайність та поліпшується якість овочів. Застосування абсорбентів дозволяє повніше реалізувати потенційні можливості рослин, закладені природою та селекцією [5, 6].

Основна вимога до абсорбентів – висока вбирна здатність щодо компонента, який абсорбується. Цінною якістю абсорбентів є можливість їх регенерації. Крім того, абсорбент повинен бути хімічно індиферентним та стабільним (не розщеплюватися, не окислюватися, не осмолюватися тощо), дешевим та корозійнонеактивним [7].

Залежно від характеру сорбції розрізняють абсорбенти, які утворюють з поглинутою речовиною твердий або рідкий розчин. У засушливих умовах сучасного клімату абсорбенти сприяють підвищенню врожайності овочів та

отриманню високої якості продукції. Питаннями застосування абсорбентів у технології вирощування овочів присвячено незначну кількість досліджень, але рослини страждають від сучасних змін клімату та посушливих умов вирощування навіть у Лісостепу України [2, 8].

За останні роки питанням з вивчення нових елементів технології вирощування овочів присвячено роботи багатьох вчених-овочівників і практиків [9, 10, 11, 12, 13].

Тому, актуальність питання спонукає до проведення та обґрунтування напрямів наукового пошуку у застосуванні різних форм абсорбентів на ріст, розвиток, якісні показники та загальну урожайність шпинату городнього і селери черешкової.

4.1 Вміст радіонуклідів у ґрунті залежно від форми абсорбенту, внесеного під овочеві рослини

Обстеження ґрунтових умов вирощування овочевих рослин залежно від форми абсорбенту свідчать, що ґрунтово-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України відповідають біологічним особливостям досліджуваних овочів і мають неоднаковий вміст важких металів.

Відповідно до показників вмісту радіонуклідів у чорноземі опідзоленому Черкаської області на території м.Умань спостерігається нерівномірність вмісту радіонуклідів залежно від глибини взяття проби та форми абсорбенту (табл. 4.1).

Результати даних підтверджують загальну тенденцію стабілізації вмісту основних радіонуклідів у чорноземі опідзоленому важкосуглинковому на що вказують багато дослідників [67, 68, 128].

Проведені дослідження показали, що у зоні внесення абсорбенту ґрунт мав суттєві відмінності залежно від його форми та глибини взяття проби. Так, у контролі, де абсорбент не вносили, концентрація радіонуклідів,

зокрема Cs-137 складала у шарі 0–20 см $7,07 \cdot 10^{-3}$, у шарі ґрунту 20–40 см мала нижчий показник – $5,87 \cdot 10^{-3}$, Кі/км².

Таблиця 4.1

**Вміст радіонуклідів у чорноземі опідзоленому залежно від глибини
взяття проби**

№	Форма абсорбенту	Глибина шару ґрунту, см	Концентрація радіонуклідів у ґрунті, Кі/км ²				
			Cs-137	Sr-90	K-40	Ra-226	Th-232
	контроль	0-20	$5,07 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	0,519	-	-
	контроль	20-40	$7,87 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	0,43	-	-
	гель	0–20	$20,5 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	0,55	-	-
	гель	20-40	$23,9 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-3}$	0,89	-	-
	гранули	0–20	$3,79 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	0,474	-	-
	гранули	20-40	$5,24 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	1,07	-	-
	таблетки	0–20	$6,02 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,98	-	-
	таблетки	20-40	$9,79 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$	0,52	-	-

Примітка: Нормативно-технічна документація на методи дослідження відповідають МВН 4/86 15-10-98

Внесення абсорбенту у формі гелю сприяло виявленню більшого вмісту Cs-137 і у шарі ґрунту 0–20 см його вміст складав $20,5 \cdot 10^{-3}$ Кі/км², у шарі 20–40 см – $23,9 \cdot 10^{-3}$ Кі/км², що свідчить про акумуляцію Цезію-137.

Внесення абсорбенту у формі гранул сприяло виявленню меншого вмісту Цезію-137 навіть у порівнянні з контролем і у шарі ґрунту 0–20 см його вміст складав $3,79 \cdot 10^{-3}$ Кі/км², у шарі 20–40 см був вищим за попереднє значення, але не перевищував контроль – $5,24 \cdot 10^{-3}$ Кі/км². Внесення абсорбенту у формі таблетки показало, що вміст радіонукліду Цезію-137 був на рівні контролю.

Отже, застосування абсорбентів сприяє акумуляції радіонуклідів у зоні внесення і далі побачимо, чи потрапляють вони у овочеву продукцію.

4.2 Фенологічні і біометричні спостереження за овочевими рослинами залежно від форми абсорбенту

Проведені фенологічні спостереження за овочевими рослинами залежно від дії абсорбенту свідчать, що ґрунтово-кліматичні умови Правобережного Лісостепу України відповідають біологічним особливостям досліджуваних рослин і їх здатності накопичувати радіонукліди.

Доведено, що чим коротший період від сівби до з'явлення сходів, тим швидше рослина вступає у пору плодоношення. Наведені дані свідчать, що вплив біологічних особливостей сортів шпинату городнього, внесених абсорбентів та кількість радіонуклідів виявлявся по-різному. Сходи масові з'являлися у сорту Матадор у контролі за 9 діб, а за внесення абсорбенту спостерігали більш швидке з'явлення сходів через 6–8 діб.

Наростання зеленої маси у рослин шпинату відбувалося досить швидкими темпами, про що свідчать спостережені міжфазні періоди. Так, перші листки у шпинату з'явилися найраніше за внесення абсорбенту у формі гелю. Фаза початку утворення розетки наставала, коли у рослин шпинату виростали чотири листки і наставала найраніше у сорту Малахит за внесення гелю і абсорбенту з калієм. Більший вегетаційний період відмічено у рослин, які росли без внесення абсорбенту – 45–46 діб. Сорт Малахит за внесення гелю і гранул мав вегетаційний період на 7 діб менший. Абсорбенти сприяли швидшому проростанню селери черешкової раніше на 4–6 діб і надходженню продукції на 7–9 діб.

Біометричні спостереження за рослинами залежно від форми абсорбенту показали, що відбувається істотний вплив на прискорення росту і розвитку рослин та отримання вищої врожайності. Важливе значення для

рослин має площа листка та їх кількість. У шпинату городнього кількість листків знаходиться у межах 17–23 шт./роsl. (рис. 4.1).

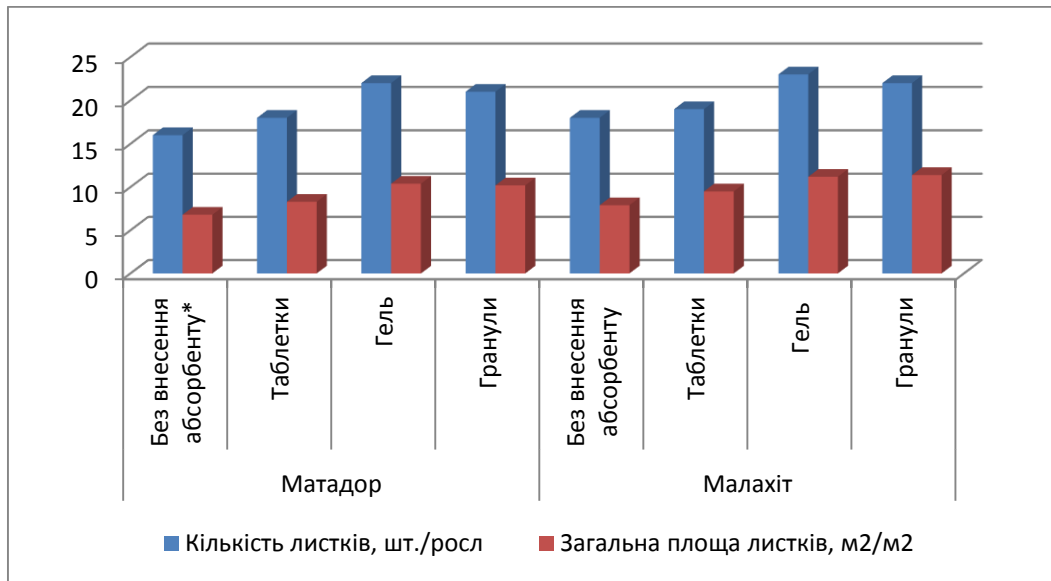


Рис. 4.1 Кількість листків та їх площа у шпинату городнього у фазу технічної стиглості залежно від форми абсорбенту, шт./роsl., тис. м²/га.

Вирощування шпинату на фоні застосування різних форм абсорбенту сприяло збільшенню кількості листків за внесення таблеток у сорту Матадор до 18 шт./роsl., у сорту Малахит – до 19 шт./роsl., що було вищим за контроль на 2–3 шт./роsl. Внесення абсорбенту у вигляді гелю у сорту Матадор сприяло збільшенню кількості листків до 22 шт./роsl., у сорту Малахит – до 23 шт./роsl., що переважало контроль на 6–7 шт./роsl. Внесення гранул викликало дещо нижчий ефект, але перевага до контролю була досить високою і складала 5–6 шт./роsl.

Внесені форми абсорбенту і погодні умови року досліджень впливали по-різному на величину площі листків шпинату городнього і без внесення препарату площа листка становила у сорту Матадор 105,6 см², у сорту Малахит – 106 см². Вирощування шпинату на фоні застосування різних форм абсорбентів сприяло збільшенню площі листка і за внесення таблеток у сорту Матадор становила 108,9 см², у сорту Малахит – 104,8 см², що було вищим за контроль на 0,9–3,4 см². Внесення абсорбенту у формі гелю у сорту Матадор сприяло збільшенню площі одного листка до 113,1 см², у сорту Малахит – до

112,5 см², що також переважало контроль на 6,9–7,3 см². Внесення гранул викликало дещо нижчий ефект, але перевага до контролю була досить високою і складала 3,3–6,9 см² (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Площа листка і загальна площа листків шпинату городнього залежно від дії абсорбентів (Середнє за 2017–2020 рр.)

Сорт	Препарат	Площа листка, см²	Загальна площа листків, тис м²/га
Матадор	Без внесення абсорбенту*	105,6	24,6
	Таблетки	108,9	29,1
	Гель	113,1	36,1
	Гранули	112,5	34,2
	Бетоніт	110,2	30,3
	Калій	112,4	31,7
	Середні гранули	110,8	29,2
	Дрібні гранули	111,8	29,4
Малахіт	Без внесення абсорбенту	106,0	27,5
	Таблетки	104,8	29,9
	Гель	112,5	38,1
	Гранули	108,9	34,9
	Бетоніт	104,8	30,0
	Калій	109,4	32,5
	Середні гранули	108,5	29,8
	Дрібні гранули	105,6	29,0

* – контроль

Важливим показником росту шпинату городнього, який визначав його цінність, як зеленої рослини, була загальна площа листків і у сорту Малахіт

у фазу технічної стиглості рослини без внесення абсорбенту досягнула рівня 24,6 тис. м²/га. Вищим показником вирізнялися рослини, під які вносили гель і гранули – 34,2–38,1 тис. м²/га, що переважало контроль на 9,6–13,5 тис. м²/га. Внесення гранул з калієм та середніх гранул фірми Еко давало позитивний результат і площа листків відповідала показнику 29,2–32,5 тис. м²/га, що було більше до контролю на 4,6–7,9 тис. м²/га.

Визначення площі листка у селери черешкової показало, що у сорту Монарх більшим був листок за застосування таблеток – 66,5 см². Меншим за цим показником був листок за застосування гранул – 61,0 см². У сорту Аніта рослини мали меншу площу листка, ніж у сорту Монарх. Загальна площа листків селери черешкової залежно від сорту та форми абсорбенту перед збиранням врожаю більшою була у сорту Монарх за внесення таблеток – 16,7 тис. м²/га, що вище контролю – 15,2 тис. м²/га. Листковий індекс вказує, що спостерігається недостатнє перекриття площі ґрунту рослинами селери і у сортів даний показник був на рівні 1,2–1,6.

Довжина черешка селери залежно від сорту та застосування різних форм абсорбенту коливалась від 27,9 до 34,8 см. Нижчою довжиною відрізнявся варіант із застосуванням таблеток, а вищою – застосуванням гранул – 30,3–34,5 см та гелю – 34,5–34,9 см (рис. 4.2).

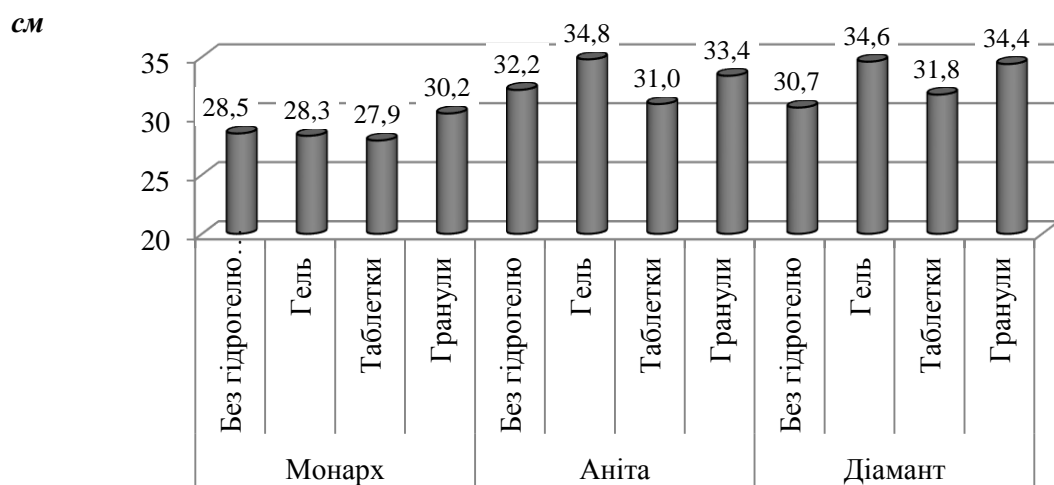


Рис. 4.2 Довжина черешка селери залежно від сорту та форми абсорбенту, см (середнє за 2017–2020 рр.)

Встановлено, що у сорту Діамант діаметр черешка та їх кількість був на рівні від 14,8 мм за застосування гелю до 15,6 мм за застосування гранул. Кращі показники отримали у сорту Аніта за застосування гелю – 16,2 мм (рис. 4.3, 4.4).

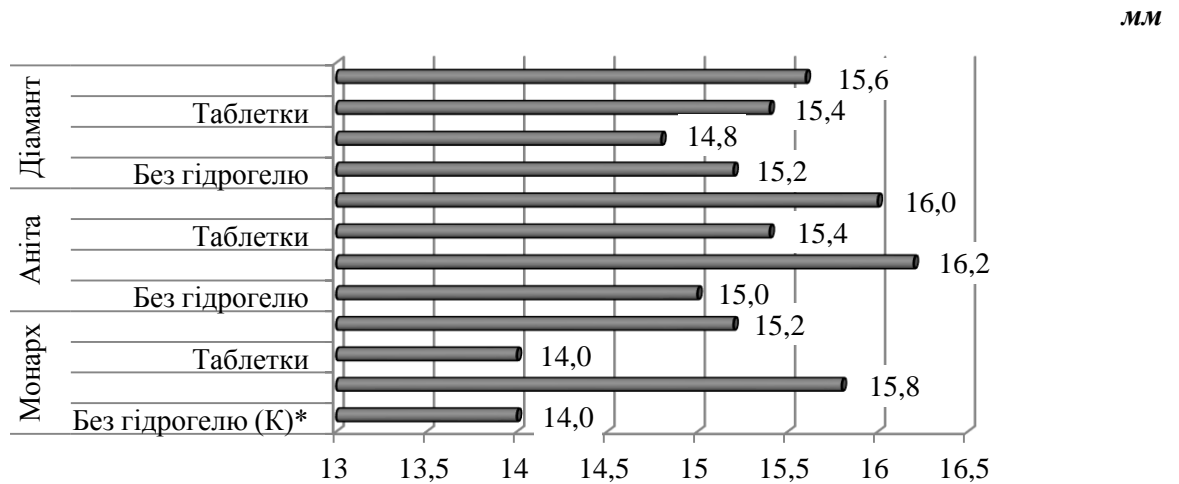
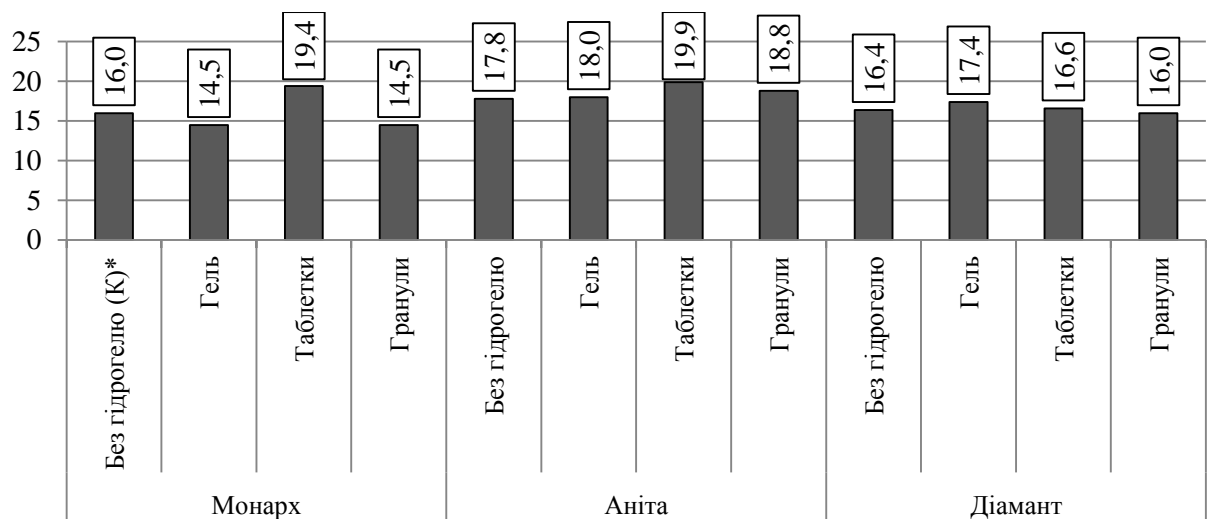


Рис. 4.3 Діаметр черешка селери залежно від сорту та форми абсорбенту, мм (середнє за 2017–2020 рр.).



шт/росл

Рис. 4.4 Кількість черешків на рослині селери залежно від сорту та форми абсорбенту, шт./росл.(Середнє за 2017–2020 рр.)

4.3 Урожайність овочевих рослин залежно від форми абсорбенту

Поліпшення умов вирощування шпинату городнього від застосування різних форм абсорбенту, навіть за посушливих умов та різного рівня радіонуклідів, дозволило отримувати більшу масу рослини, що вплинуло на врожайність (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Маса рослини шпинату городнього перед збиранням врожаю залежно від дії абсорбенту, г

Сорт фактор А	Препарат фактор В	2017р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2017–2020 рр.
Матадор	Без внесення абсорбенту	120	87	104	120	108
	Таблетки	132	106	120	132	123
	Гель	180	167	174	180	175
	Гранули	189	159	163	185	174
	Бетоніт	175	101	140	169	146
	Калій	178	143	146	178	161
	Середні гранули	112	87	99	112	103
	Дрібні гранули	101	176	139	101	129
Малахіт	Без внесення абсорбенту	125	147	136	125	133
	Таблетки	158	122	160	158	150
	Гель	192	153	173	192	178
	Гранули	189	140	165	189	171
	Бетоніт	130	128	129	130	129
	Калій	152	136	154	157	150
	Середні гранули	121	123	121	112	119
	Дрібні гранули	130	117	148	150	136
<i>НІР₀₅</i>	<i>Фактор А</i>	<i>12</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	
	<i>Фактор В</i>	<i>17</i>	<i>20</i>	<i>23</i>	<i>25</i>	
	<i>Взаємодія АВ</i>	<i>63</i>	<i>54</i>	<i>65</i>	<i>60</i>	

Аналіз отриманих даних показав, що у період закінчення інтенсивного росту розетки і перед збиранням врожаю найменша маса шпинату городнього була у сорту Матадор і Малахит без внесення препарату, яка становила 108 г і 133 г. Більшу масу мали рослини шпинату сорту Малахит за внесення гранул і гелю і гранул з калієм фірми Еко – 171–178 г, що істотно переважало контроль на 63–70 г.

Маса надземної частини селери черешкової сорту Монарх була вищою за використання гелю – 341,4 г (+29,1 г до контролю). У сорту Аніта за використання гелю маса була вищою – 417,5 г та істотно перевищувала контроль на 105,2 г. У сорту Діамант вищі показники отримано за використання гелю – 381,6 г (рис. 4.5).

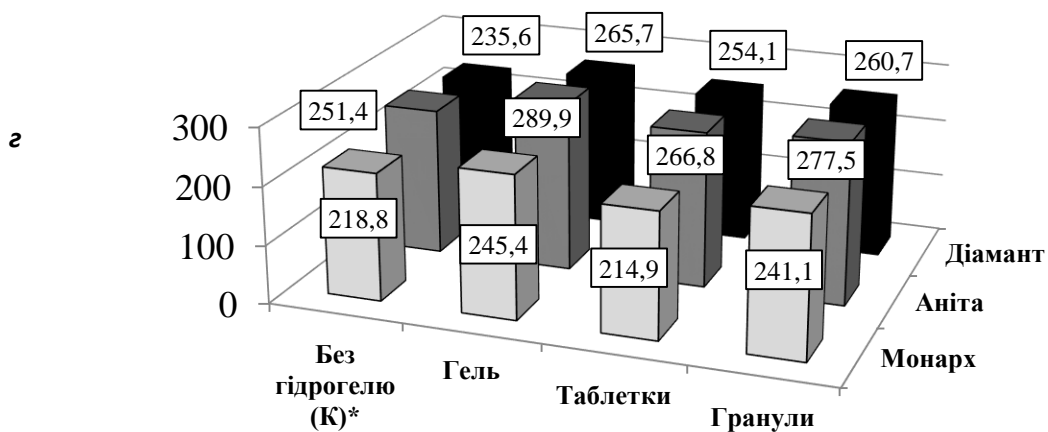


Рис. 4.5 Маса рослини селери черешкової залежно від сорту та форми абсорбенту, г (середнє за 2017–2020 рр.).

Маса рослини селери черешкової за застосування гелю складала 245,4 г у сорту Монарх і 289,9 г у сорту Аніта. Істотно вищу масу рослини спостерігали за застосування гелю у сорту Аніта – 266,8–277,5 г, середню – у сорту Діамант – 254,1–260,7 г, а меншу у сорту Монарх – 214,9–241,1 г.

Встановлено, що урожайність шпинату городнього змінювалася відповідно до впливу погодних умов у роки досліджень і застосованої форми абсорбенту та рівня радіонуклідів. Одержані результати показали, що внесені форми препарату мали неоднаковий вплив на врожайність шпинату городнього (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Урожайність шпинату городнього залежно від форми абсорбенту,
т/га**

Сорт фактор А	Препарат фактор В	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2017–2020рр.	± до контролю
Матадор	Без внесення абсорбенту К*	17,1	12,9	15,4	16,8	15,6	0
	Таблетки	19,0	15,8	17,7	19,6	18,0	+2,4
	Гель	26,0	24,9	25,8	25,7	25,6	+10,0
	Гранули	25,1	16,2	21,0	24,9	21,8	+6,2
	Бетоніт	18,5	15,8	19,6	18,5	18,1	+2,5
	Калій	26,4	15,0	20,7	26,4	22,1	+6,5
	Середні гранули	14,8	25,9	20,4	15,1	19,0	+3,4
Дрібні гранули	27,6	20,8	24,4	28,1	25,3	+9,7	
Малахіт	Без внесення абсорбенту	18,5	21,2	19,1	18,5	19,3	+3,7
	Таблетки	20,5	18,0	19,3	20,5	19,6	+4,0
	Гель	28,5	21,9	30,2	28,5	27,3	+11,7
	Гранули	22,4	23,9	24,7	26,4	24,4	+8,8
	Бетоніт	19,3	18,9	19,1	19,3	19,2	+3,6
	Калій	22,6	21,7	24,7	23,6	23,2	+7,6
	Середні гранули	17,9	18,7	18,3	17,9	18,2	+2,6
Дрібні гранули	16,3	16,4	21,4	22,3	19,1	+3,5	
НІР ₀₅	Фактор А	0,3	0,4	0,3	0,2		
	Фактор В	0,7	0,9	0,8	0,7		
	Взаємодія АВ	0,9	1,4	1,3	1,6		

Суттєве збільшення величини врожаю шпинату городнього одержано за внесення абсорбенту у формі гелю, де урожайність сорту Матадор становила 25,6 т/га, сорту Малахіт – 27,3 т/га, що додатково до контролю 10–11,7 т/га. Внесення гранул сприяло підвищенню урожайності до 21,8–24,4 т/га та переважало контроль на 6,2–8,8 т/га. Внесення гранул з калієм викликало зниження врожайності до 22,1–23,2 т/га, але вона переважала контроль на 6,5–7,6 т/га відповідно сорту.

Позитивний результат отримано за застосування середніх і дрібних гранул для сортів Малахіт і Матадор і урожайність збільшувалася на 2,6–9,7 т/га. Внесення у ґрунт гранул з бетонітом дозволило додатково отримати 2,5–3,6 т/га.

Дисперсійний аналіз отриманих даних показав, що на величину урожайності шпинату городнього найбільший вплив мав фактор В або абсорбент та взаємодія факторів (рис. 4.6).

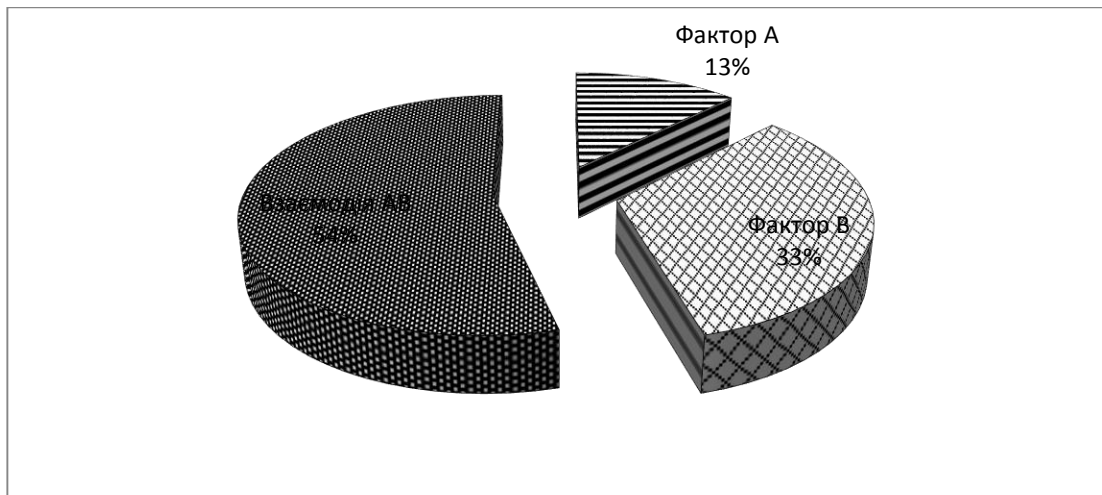


Рис. 4.6 Вплив факторів на урожайність шпинату городнього залежно від форми абсорбенту (середнє за 2017–2020 рр.), т/га.

Фактор В або форма абсорбенту впливав на даний процес на 33 %. Більшу силу впливу мала взаємодія факторів А і В – 54 %. Дія фактора А становила 13 %.

Облік товарної урожайності селери черешкової залежно від форми абсорбенту показав, що більша урожайність спостерігалась в усіх сортах від застосування гелю. Так, у сорту Монарх урожайність була на рівні 36,8 т/га, що на 4,1 т/га вище, ніж у контролі, у сорту Аніта – 43,4 т/га (+ 10,7 т/га до контролю), у сорту Діамант – 39,7 т/га (+ 7,2 т/га до контролю). Нижчу урожайність спостерігали за застосування абсорбенту у формі таблеток і сорти Діамант та Аніта мали показники 38,2 та 39,7 т/га, що становило приріст до контролю +5,5 та +7,3 т/га, відповідно. Сорт Монарх мав нижчий показник за контроль на 0,5 т/га (32,2 т/га) (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Товарна урожайність селери черешкової залежно від сорту та форми абсорбенту, т/га (середнє за 2017–2019 рр.)

Сорт (фактор А)	Форма абсорбенту (фактор В)	Урожайність, т/га				± до контролю
		2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє за 2017– 2019 рр.	
Монарх	Без абсорбенту*	27,4	36,6	34,2	32,7	0
	Гель	32,6	37,2	40,5	36,8	+4,1
	Таблетки	30,5	31,6	34,4	32,2	-0,5
	Гранули	30,9	38,6	38,8	36,1	+3,4
Аніта	Без абсорбенту	32,2	41,9	38,9	37,7	+5,0
	Гель	39,7	47,3	43,4	43,5	+10,8
	Таблетки	38,3	39,4	42,1	39,9	+7,2
	Гранули	36,8	45,5	42,5	41,6	+8,9
Діамант	Без абсорбенту	28,6	39,4	37,6	35,2	+2,5
	Гель	28,7	46,8	43,9	39,8	+7,1
	Таблетки	34,6	41,3	38,3	38,1	+5,4
	Гранули	36,2	39,8	41,2	39,1	+6,4
HIP ₀₅	фактор А	1,7	1,4	1,9		
	фактор В	1,9	1,6	2,2	-	
	взаємодія АВ	3,3	2,7	3,8		

*контроль

Встановлено, що фактор А – рік, визначав величину товарної урожайності на 24 %, фактор В – сорт – на 25 %, фактор С – форма абсорбенту – 30 % (рис. 4.7).

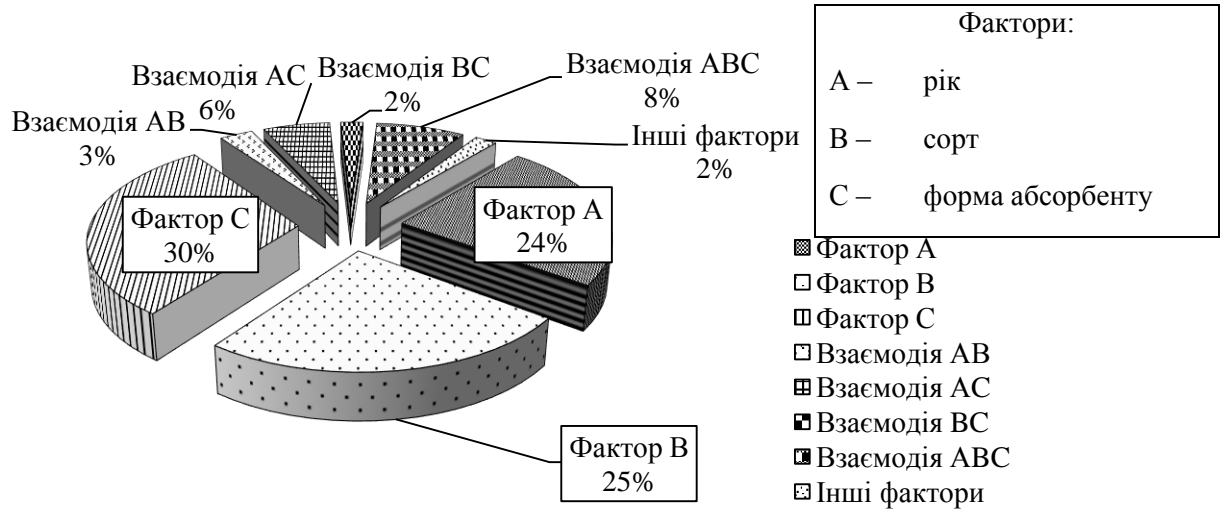


Рис. 4.7 Сила впливу факторів на товарну врожайність селери черешкової (середнє за 2017–2019 рр.)

Доведено, що існує сильний позитивний кореляційний зв'язок між масою рослини і кількістю листків ($r = 0,90$), масою рослини і довжиною і діаметром черешка ($r = 0,79$), врожайністю і масою однієї рослини або масою зібраної зелені з однієї рослини ($r = 0,85$).

У роботі також визначено залежності між урожайністю селери черешкової та показниками якості продукції у вигляді емпіричних ліній регресії (рис. 4.8).

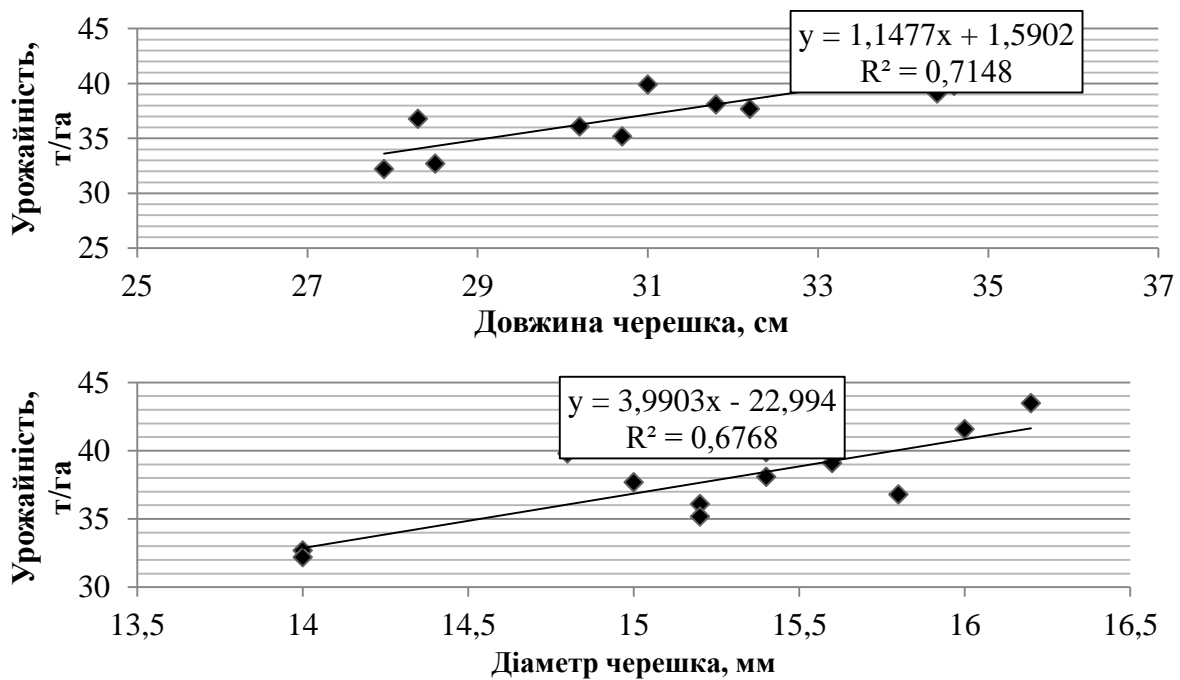


Рис. 4.8 Залежність між урожайністю, довжиною та діаметром черешка селери черешкової (середнє за 2017–2019 рр.).

Рівняннями регресії встановлено, що із збільшенням маси надземної частини рослини селери черешкової на одиницю, урожайність підвищується відповідно до коефіцієнту регресії (рис. 4.9).

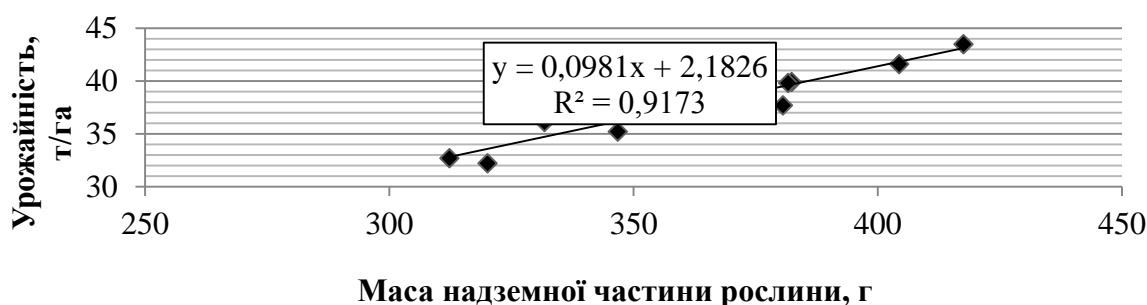


Рис. 4.9 Залежність між урожайністю та масою надземної частини рослини. (Середнє за 2017–2019 рр.)

Наведену математичну залежність, яка вказує на існування лінійного зв'язку між урожайністю селери, довжиною, діаметром, масою надземної частини та іншими показниками якості. Висока щільність зв'язку між показниками росту і якості свідчать значення коефіцієнту детермінації, які знаходяться на рівні $R^2 = 0,6768–0,9173$.

Отже, математичними залежностями доведено, що із збільшенням довжини та діаметру черешка збільшується і урожайність.

4.4 Якість продукції овочевих рослин залежно від форми абсорбенту

Як відзначають вчені-дослідники, шпинат городній як і інші овочі мають багатий хімічний склад [14, 15, 16].

Визначення хімічного складу листків шпинату городнього показало, що форма абсорбенту не впливала негативно на показники якості. У порівнянні з контролем, де рослини вирощували без застосування абсорбенту, від внесення абсорбенту збільшувалася масова частка сухої речовини, цукрів і вітаміну С. Так, шпинат городній сортів Матадор і Малахіт мав вищий вміст сухої речовини у листках у 2017 р. за застосування абсорбенту фірми Максимарин у формі гранул і гелю – 8,1–8,9 % (табл. 4.6).

Застосування абсорбенту фірми Максимарин у різних формах упродовж років досліджень показало, що у контролі кількість сухої речовини не змінювалася, а у варіантах досліду – збільшилася, що пов'язано із зменшенням кількості радіонуклідів у ґрунті, де вирощувався шпинат. Так, шпинат городній сортів Матадор і Малахіт мав вищий вміст сухої речовини у листках у 2020 р. за застосування абсорбенту фірми Максимарин у формі гранул і гелю – 8,6–9,3 %.

Вміст сухої розчинної речовини у листках шпинату городнього сортів Матадор і Малахіт у 2017 р. знаходився на рівні 5,0–6,3 % і вищим був за застосування абсорбенту у формі гранул і гелю – 5,6–6,3 %.

Таблиця 4.6

Хімічний склад шпинату городнього залежно від форми абсорбенту

Сорт фактор А	Препарат фактор В	Уміст сухої речовини, %		Уміст сухої розчинної речовини, %		Масова частка цукрів, %		Уміст титрованих кислот, %		Уміст вітаміну С, мг/100 г	
		2017	2020	2017	2020	2017	2020	2017	2020	2017	2020
Матадор	Без внесення абсорбенту	6,2	6,3	5,1	5,0	2,2	2,2	0,16	0,15	47	46
	Таблетки	7,4	7,6	5,5	5,7	2,4	2,8	0,17	0,19	51	54
	Гель	8,7	8,9	5,8	6,1	2,6	2,9	0,20	0,22	56	60
	Гранули	8,4	8,8	5,6	6,2	2,7	3,0	0,21	0,24	57	62
	Бетоніт	6,3	6,5	5,1	5,4	2,6	3,0	0,22	0,23	54	59
	Калій	7,7	8,0	5,4	5,5	2,7	3,2	0,20	0,21	58	59
	Середні гранули	6,4	6,6	5,1	5,3	2,6	2,9	0,22	0,23	54	58
	Дрібні гранули	6,5	6,7	5,4	5,5	2,7	2,9	0,20	0,22	58	60
Малахіт	Без внесення абсорбенту	6,4	6,4	5,0	5,0	2,3	2,2	0,19	0,20	51	50
	Таблетки	7,7	7,9	5,7	5,9	2,5	2,7	0,20	0,23	55	58
	Гель	8,9	9,3	6,3	6,7	2,7	3,2	0,17	0,25	59	63
	Гранули	8,1	8,6	6,2	6,7	2,9	3,3	0,22	0,25	62	64
	Бетоніт	7,1	7,5	5,1	5,5	2,5	2,6	0,30	0,31	62	63
	Калій	8,0	8,3	5,4	5,6	2,8	3,0	0,21	0,22	64	66
	Середні гранули	7,3	7,7	5,1	5,3	2,6	2,8	0,22	0,23	54	56
	Дрібні гранули	7,0	7,4	5,0	5,2	2,7	2,9	0,20	0,21	58	60

*контроль

Застосування абсорбенту фірми Максимарин у різних формах упродовж років досліджень показало, що у контролі кількість сухої розчинної речовини не змінювалася, а у варіантах досліду – збільшилася, що пов'язано із зменшенням кількості радіонуклідів у ґрунті. Так, у сортів Матадор і Малахит був вищий вміст сухої розчинної речовини у листках у 2020 р. за застосування абсорбенту фірми Максимарин у формі гранул і гелю – 6,1–6,7 %.

Масова частка цукрів залежно від сорту та форми препарату коливалася в межах 2,2–2,9 % і знаходилася майже на однаковому рівні. Вищим вмістом цукрів у 2017 р. відрізнялися рослини, вирощені за застосування абсорбенту у формі гранул і гелю – 2,6–2,9 % та гранул з калієм фірми Еко – 2,7–2,8 %.

Застосування абсорбенту фірми Максимарин у різних формах упродовж років досліджень показало, що у контролі масова частка цукрів не змінювалася, а у варіантах досліду – збільшилася, що пов'язано із зменшенням кількості радіонуклідів у ґрунті. Так, у сортів Матадор і Малахит була вищою масова частка цукрів у 2020 р. за застосування абсорбенту фірми Максимарин у формі гранул і гелю – 2,9–3,3 %.

Вміст вітаміну С у 2017 р. знаходився в межах 47–64 мг/100 г залежно від форми внесеного препарату. За вмістом вітаміну С переважали рослини, вирощені за застосування гранул і гелю – 56–62 мг/100 г та гранул з калієм фірми Еко – 58–64 мг/100 г відповідно сорту.

Застосування абсорбенту фірми Максимарин у різних формах упродовж років досліджень показало, що у контролі вміст вітаміну С не змінювався, а у варіантах досліду – збільшився, що пов'язано із зменшенням кількості радіонуклідів у ґрунті. Так, у сортів Матадор і Малахит був вищим вміст вітаміну С у 2020 р. за застосування абсорбенту фірми Максимарин у формі гранул і гелю – 60–64 мг/100 г.

Дослідження вмісту радіонуклідів у ґрунті показало, що кількість Cs-137, K-40, Ra-226, Th-232 знаходилася у межах норми. Але за вмістом

радіонуклідів у продукції овочевих рослин виявлено певнузакономірність: іззастосуванням гелюі гранул овочева продукція мала дещо нижчу концентрацію Cs-137 та Sr-90 порівняно із контролем, однак гранично допустимого рівня не перевищено.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ IV

1. Встановлено, що внесення абсорбентів у ґрунт у формі гелю і гранул сприяло ранішому проростанню рослин і надходженню врожаю шпинату городнього на 7–9 діб, селери черешкової – на 4–6 діб. Строк збирання врожаю у інших варіантах досліду спостерігався пізніше на 1–2 доби.

2. Вирощування шпинату на фоні застосування різних форм абсорбенту сприяло збільшенню кількості листків і за внесення абсорбенту у вигляді гелю у сорту Матадор спостерігалось збільшення кількості листків до 22 шт./роsl., у сорту Малахіт – до 23 шт./роsl., що переважало контроль на 6–7 шт./роsl. Внесення гранул показувало нижчий показник, але перевага до контролю була досить високою і складала 5–6 шт./роsl.

3. Доведено, що застосування абсорбентів у вирощуванні селери черешкової з використанням різних форм сприяло одержанню високоякісних черешків і довжина черешка селери залежно від сорту та форми абсорбенту змінювалася у межах 27,9–34,8 см і більшою була за застосування гранул – 30,2–34,4 см та гелю – 34,6–34,8 см, а площа листків у сорту Монарх за внесення таблеток – 16,9 тис. м²/га.

4. Маса черешків з однієї рослини селери черешкової була більшою за використання гелю у сорту Монарх становила 245,4 г, у сорту Аніта – 289,9 г, у сорту Діамант – 265,7 г. Вищою урожайністю відзначився сорт Аніта за застосування гелю – 43,5 т/га, нижчою – сорт Діамант 39,8 т/га та Монарх – 36,8 т/га. Рівняннями регресії підтверджено, що із збільшенням

довжини та діаметру черешка, маси надземної частини рослини, відповідно, збільшується і врожайність (коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,6768-0,9173$).

5. Розроблено науково-методичні підходи та доведено позитивний вплив застосування абсорбенту на ріст і розвиток досліджуваних овочевих рослин. HP_{05} в кількісному виразі за факторами по врожайності становила 0,02–0,03, що вказує на достовірні значення між їх повтореннями і варіантами.

6. Встановлено, що внесення абсорбенту не впливає негативно на показники ґрунту та якість продукції, оскільки вміст радіонуклідів і інших шкідливих речовин у ґрунті та продукції шпинату городнього і селери черешкової не підвищується і не перевищує гранично допустиму концентрацію.

7. Три фактори рік вирощування – 24 %, генетичний потенціал сорту – 25 і абсорбент – 30 %) сумарно формують урожайність шпинату городнього, селери черешкової в умовах Правобережного Лісостепу України.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ IV

1. Курченко А.А., Коваль В.В. Урожайність сортів шпинату городнього залежно від водоутримуючих речовин. *Технологічні аспекти вирощування часнику, інших цибулевих і с.-г. рослин: Всеукраїнська науково-практична конференція*. (21–22.09.2017). Умань. 2017. С. 40–45.
2. Ульянич Е. И, Алексейчук О. М., Прудкий Р. И., Диденко И. А. Применение биопрепаратов для получения экологически безопасной продукции шпината огородного и сельдерея черешкового. *Научные статьи Государственного аграрного университета Молдовы*. Кишинев, Вып. 42. 2015. С. 225–237.
3. Гідрогель AQUASORB [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.gidrogel.org>.

4. Гидрогель в растениеводстве. [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.avroragro.ru
5. AGPRO NZ Limited WATER RETENTION CRYSTALS Water Absorbent Polymer. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.agpro.co.nz/label/AGPRO%20Water%20Retention%20Crystals.pdf>
6. Паламарчук І. І. Ефективність застосування водоутримуючих гранул Аквод при вирощуванні кабачка за мульчування ґрунту в Правобережному Лісостепу України. *Збірник наукових праць НУБІП*. 2014. Вип.40. С. 74–81.
7. Воробйова Н. В., Кухнюк О. В., Прудкий Р. І. Нанотехнології в овочівництві України. VI (21), Issue 179, 2018. Sept. SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21> Natural and Technical Sciences. С.13–15 <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21-03>.
8. Улянич О.І., Вдовенко С.А., Ковтунюк З.І., Кецкало В.В., Слободяник Г.Я., Воробйова Н.В., Сорока Л.В., Діденко І.А., Кравченко В.С. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів. Умань: Візаві, 2018. 280 с.
9. N. Osokina, K. Kostetska, O. Kuhnyuk, K. Shevchuk Quality management of vegetables with the application of nanopreparations. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч. І. Сільськогосподарські науки. Вип. 96. 2020. С.179–193. DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-178-193.
10. O. Ulianych, K. Kostetska, N. Vorobiova, S. Shchetyna, G. Slobodyanyk and K. Shevchuk Growth and yield of spinach depending on absorbents' action. *Agronomy Research* 18(X), 161–183, 2020. <https://doi.org/10.15159/AR.20.012>
11. V.V. Polischuk, T.V. Polischuk, V.V. Kezkalo, N.V. Vorobiova Effekt of application of modified nourishing environment on the reproduction and yielding capacity of root celery. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. 8(2). 113–119. DOI: 10.15421/2018_317.

12. O. I. Ulianych, S. V. Schetyna, G. Ya. Slobodianyuk, A. G. Ternavskiy, O. V. Kuhniuk, I. A. Didenko Ecological Status of Soils and Vegetable Products in Cherkasy Region. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. 8(3). 10–19. DOI: 10.15421/2018_317.
13. Швецов А.С., Пичкина В.П. Оценка образцов шпината по химическому составу. Труды по прикладной ботанике, генетике, селекции. 1981. Т.40, Вып.1. С.56–61.
14. Шиврина А.Н. Биохимия шпината, щавеля, ревеня. В кн.: Биохимия овощных культур. Москва. 1961. С.304–324.
15. Aworh O.C., Hicks I.R., Minotti P.L., Loe C.G. Effect of plantage and nitrogen fertilization nitrite accumulation in frech Spinach. *J. Amer. Soc. HortSci.* 1980. 105. №1. p. 18–20.

Матеріали розділу ІУ висвітлені у друкованих працях: 7, 8, 9, 12.

РОЗДІЛ 5

РІСТ, РОЗВИТОК ТА УРОЖАЙНІСТЬ БУРЯКУ СТОЛОВОГО СОРТІВ ДЕЛІКАТЕСНИЙ І ЧЕРВОНА КУЛЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ БІОПРЕПАРАТІВ

В Україні у приватних і особистих господарствах населення вирощується більшість овочів: 98 % картоплі, 95 % огірка, 93 % буряка столового, 91 % капусти, 83 % цибулі ріпчастої, 87 % моркви посівної та 70 % помідора, тобто ключовими виробниками овочів виступають господарства населення. 74 % всіх площ під овочами припадає на картоплю, 4 % – капуста, 4 % – томати, по 3 % – огірок, цибуля, морква та 2 % – буряк столовий [1–20].

В Україні щорічно вирощується близько 850 тис. т буряку столового. Але останнім часом у зв'язку зі збільшенням експорту овочів борщового набору потреба у їх виробництві зростає. Не останню роль у виробництві буряку столового відіграють біопрепарати, завдяки яким отримують екобезпечну продукцію. Тому ці питання є актуальними для виробництва овочів на даний час [21–24].

5.1. Фенологічні спостереження за ростом і розвитком буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату

Тривалість основних фенологічних фаз росту і розвитку характеризують дані таблиці 5.1. Раніше появу масових сходів відмічено у сорту Делікатесний у контролі – через $8 \pm 0,19$ діб. Внесення препарату Хелпрост овочевий сприяло появі масових сходів на $10 \pm 0,12$ добу. Внесення суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин+Фітохелп і Липосам сприяло появі сходів на сьому, Солютин – на 11, Хлорела – на

$8 \pm 0,81$ добу. Фаза повних сходів настуила фактично одночасно, із різницею у одну-дві доби (на дев'яту-десяту).

Таблиця 5.1

Кількість діб від повних сходів до настання окремих фенологічних фаз росту і розвитку буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату, діб (середнє за 2018–2020 рр.)

Біопрепарат фактор В	Сорт фактор А	Фаза росту й розвитку, діб				
		повні сходи, M±m	поява першого справжнього листка, M±m	Початок росту розетки M±m	Початок росту коренеплоду M±m	Технічна стиглість (збирання) M±m
Контроль	Делікатесний	8±0,19	16±0,14	26±0,14	92±0,72	186±0,35
	Червона куля	7±0,09	17±0,15	26±0,15	95±0,74	188±0,39
Хелпрост овочевий	Делікатесний	10±0,12	15±0,11	26±0,21	89±0,90	181±0,29
	Червона куля	9±0,11	16±0,12	26±0,20	88±0,91	182±0,19
Хелпрост овочевий +Фітохелп	Делікатесний	7±0,13	14±0,13	25±0,14	86±0,74	180±0,44
	Червона куля	7±0,12	15±0,14	25±0,18	87±0,76	179±0,49
Солютин	Делікатесний	11±0,12	19±0,12	27±0,11	95±0,90	191±0,62
	Червона куля	10±0,11	18±0,13	27±0,17	98±0,92	193±0,66
Солютин+ Фітохелп	Делікатесний	7±0,90	14±0,31	24±0,11	87±0,81	187±0,91
	Червона куля	7±0,94	15±0,30	24±0,21	86±0,88	185±0,90
Липосам	Делікатесний	7±0,81	16±0,80	26±0,17	86±0,90	178±0,54
	Червона куля	7±0,84	15±0,82	26±0,07	84±0,96	177±0,14
Хлорела	Делікатесний	8±0,81	16±0,82	26±0,14	89±0,25	187±0,65
	Червона куля	8±0,81	17±0,80	26±0,44	88±0,28	188±0,95

Найперші масові сходи було відмічено у сорту Червона куля у контролі – через $7 \pm 0,09$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий появу масових сходів відмічено на дев'яту добу, Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин+Фітохелп і Липосам – на сьому, Солютин – на десяту, Хлорела – на

восьму добу. Фаза повних сходів наступила фактично одночасно, із різницею у одну-дві доби (на дев'яту-десяту).

Фаза появи першого справжнього листка спостерігалась неодноразово і у контролі наставала на $17 \pm 0,15$ добу, а за внесення біопрепарату Хелпрост овочевий на $15 \pm 0,11$ добу, Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин+Фітохелп і Липосам – на $14 \pm 0,13$, Солютин – на $19 \pm 0,12$, Хлорели – на $16 \pm 0,82$ добу.

Початок росту розетки листків на рослинах сорту Делікатесний у контролі спостерігався на $26 \pm 0,14$ добу. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий – $26 \pm 0,21$, Липосам і Хлорела – на $26 \pm 0,17$, Солютин – на $27 \pm 0,11$ добу.

Початок росту розетки листків на рослинах сорту Червона куля у контролі спостерігався на 26 добу. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий, Липосам і Хлорела – на 26, Солютин – на 27.

Фаза початку росту коренеплоду у буряка столового сорту Делікатесний починалася нерівномірно на 86–95 добу і довшою вона була у контролі – $92 \pm 0,72$ діб. Від внесення біопрепарату Хелпрост овочевий і Хлорела – $89 \pm 0,90$ діб, Хелпрост овочевий+Фітохелп – $86 \pm 0,74$, Солютин+Фітохелп – $87 \pm 0,81$, Липосам – $86 \pm 0,90$ діб. І найдовшою фаза початку росту коренеплоду була від внесення препарату Солютин – $95 \pm 0,90$ діб.

Фаза початкового росту коренеплоду у буряку столового сорту Червона куля почалася нерівномірно на 84–98 добу. Довшою вона була у контролі – 95 діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий і Хлорела – 88 діб, Хелпрост овочевий +Фітохелп – 87, Солютин+Фітохелп – 86, Липосам – 84. І найдовшою фаза початкового росту буряка була за внесення препарату Солютин – 98 діб.

Фаза технічної стиглості або готовності до збирання у буряку столового сорту Делікатесний починалася нерівномірно на 178–191 добу. Так, довшою вона була у контролі і за внесення Хлорели – $186 \pm 0,35$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий – $181 \pm 0,29$ доби, Хелпрост

овочевий+Фітохелп– $180\pm 0,44$, Солютин+Фітохелп– $187\pm 0,91$, Липосам – $178\pm 0,54$ діб. І найдовшою фаза була за внесення препарату Солютин – $191\pm 0,62$ діб.

Фаза технічної стиглості буряку столового сорту Червона куля почалася на 177–188 добу. Довшою вона була у контролі і за внесення Хлорели – 188 діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий – 182 доби, Хелпрост овочевий +Фітохелп – 179, Солютин+Фітохелп– 185, Липосам –177 діб. І найдовшою фаза була за внесення препарату Солютин – 193 діб.

Отже, рослини буряка столового сорту Делікатесний розвивалися досить нерівномірно та виявили різні строки у різних фазах росту і розвитку залежно від внесеного біопрепарату. Рівномірність розвитку рослин буряку столового сорту Червона куля не було виявлено і зазначено різні строки у різних фазах росту і розвитку залежно від біопрепарату, який вносили.

5.2. Біометричні спостереження за ростом і розвитком буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату

Висота рослин визначає силу росту і залежно від дії препарату вказує на його вплив на ростові процеси у рослині. За висотою рослин визначається сила росту буряка столового сортів Делікатесний і Червона куля і залежить від дії препарату та вказується вплив на ріст рослини (табл. 5.2).

За висотою різнилися рослини буряка столового у порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп висота рослин у сорту Делікатесний була найвищою і складала 47 см, що істотно вище контролю на 15 см. Нижчими були рослини за застосування Липосаму і Хлорели – 44–45 см, що істотно вище контролю на 12–13 см. Нижчими результатами різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 41 см, що є вищим за контроль на 9 см.

У сорту Червона куля застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий +Фітохелп сприяло отриманню висоти рослин 48 см, що суттєво

вище контролю на 15 см. Дещо нижчими були рослини за застосування Липосаму і Хлорели – 44–46 см, що істотно вище контролю на 11–13 см. Нижчим результатом характеризувалися рослини, які були оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 41 см, вище контролю на 8 см.

Таблиця 5.2

Висота рослин буряка столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату, см

Біопрепарат фактор В	Сорт фактор А	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2018-2020 рр.	±до контролю
Контроль	Делікатесний	31	33	36	33	0
	Червона куля	32	34	35	34	0
Хелпрост овочевий	Делікатесний	41	38	43	41	7
	Червона куля	40	39	42	40	7
Хелпрост овочевий + Фітохелп	Делікатесний	45	52	48	48	15
	Червона куля	47	50	45	47	14
Солютин	Делікатесний	33	38	40	37	4
	Червона куля	30	35	40	35	2
Солютин+ Фітохелп	Делікатесний	44	42	49	45	12
	Червона куля	42	40	50	44	11
Липосам	Делікатесний	42	51	44	46	13
	Червона куля	47	46	39	44	11
Хлорела	Делікатесний	41	48	50	46	13
	Червона куля	43	49	48	47	14
	<i>НІР₀₅ А</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,1</i>		
	<i>В</i>	<i>0,4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,6</i>		
	<i>АС</i>	<i>0,8</i>	<i>0,7</i>	<i>0,9</i>		

Хочеться звернути увагу на дію препарату Солютин. Так, висота рослин сортів буряку столового за дії Солютину була нижчою, ніж за дії інших препаратів, що вказує на негативний вплив на рослини. Висота рослин буряка столового сорту Делікатесний за дії препарату Солютин була на рівні

контролю, сорту Червона куля – нижчою за дію інших препаратів на 1 см і препарат відповідно негативно впливав на рослини буряка столового.

У підтвердження цього застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин і у сорту Делікатесний висота збільшується з 32 см до 41 см і переважає контроль на 9 см, а у сорту Червона куля висота збільшується до 40 см і переважає контроль на 7 см.

У досліді визначалася кількість листків на рослині, як ще один з біометричних показників росту буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля (табл. 5.3).

За кількістю листків різнилися рослини сортів буряку столового у порівнянні до контролю. Так, у сорту Делікатесний у контролі кількість листків складала 6 шт./роsl., у сорту Червона куля – 5 шт./роsl.

Від застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп кількість листків на рослині буряку столового сортів Делікатесний і Червона кулябула найвищою і складала у сорту Делікатесний 11 шт./роsl. та у сорту Червона куля 12 шт./роsl., що істотно вище контролю на 5 шт./роsl.

Дещо нижчою була кількість листків за застосування препаратів Липосам і Хлорела – 9–10 шт./роsl. Вищими результатами відзначилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 10–11 шт./роsl., що вище контролю на 4–6 шт./роsl. відповідно сорту.

Дія препарату Солютин була негативною і кількість листків на рослині складала 7 шт./роsl. у сорту Делікатесний і 6 шт./роsl. у сорту Червона куля. Разом з тим, застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращило стан рослин і кількість листків на рослині збільшується з 6–7 до 9–10 шт./роsl. і переважало контроль на 3–5 шт./роsl.

Таблиця 5.3

Кількість листків на рослині буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату, шт./роsl.

Біопрепарат фактор В	Сорт фактор А	2018	2019	2020	Середнє за 2018-2020 рр.
Контроль	Делікатесний	7	6	6	6
	Червона куля	6	4	5	5
Хелпрост овочевий	Делікатесний	10	11	10	10
	Червона куля	12	10	11	11
Хелпрост овочевий + Фітохелп	Делікатесний	10	12	12	11
	Червона куля	12	13	12	12
Солютин	Делікатесний	8	6	6	7
	Червона куля	6	5	6	6
Солютин+ Фітохелп	Делікатесний	12	8	10	10
	Червона куля	8	10	9	9
Липосам	Делікатесний	8	10	8	9
	Червона куля	10	10	10	10
Хлорела	Делікатесний	8	9	9	9
	Червона куля	9	10	8	9
	<i>НІР₀₅ А</i>	<i>0,2</i>	<i>0,3</i>	<i>0,1</i>	
	<i>В</i>	<i>0,6</i>	<i>0,4</i>	<i>0,3</i>	
	<i>АС</i>	<i>0,8</i>	<i>0,7</i>	<i>0,5</i>	

Істотно важливим біометричним показником росту овочевих рослин є загальна площа листків на одному гектарі поля, як ще один з показників функціонування листкової поверхні буряка столового (табл. 5.4).

Загальна площа листків у буряка столового сорту Делікатесний у порівнянні до контролю була найвищою за застосування суміші

біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп і складала 29,6 тис. м²/га, у сорту Червона куля – 30,7 тис. м²/га, що істотно вище контролю на 15,9–17,0 тис. м²/га. Дещо нижчою була площа листків за застосування інших препаратів та сумішей – 16,2,4–22,7 тис. м²/га.

Таблиця 5.4

**Площа листків буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля
залежно від внесеного біопрепарату, тис. м²/га**

Біопрепарат фактор В	Сорт фактор А	2018	2019	2020	Середнє за 2018-2020 рр.
Контроль	Делікатесний	11,9	12,6	13,4	12,6
	Червона куля	12,6	15,7	16,0	14,8
Хелпрост овочевий	Делікатесний	22,7	21,5	22,0	22,1
	Червона куля	21,5	21	21,7	21,4
Хелпрост овочевий + Фітохелп	Делікатесний	27,8	31,2	29,8	29,6
	Червона куля	31,2	30,4	30,5	30,7
Солютин	Делікатесний	13,8	18,6	16,1	16,2
	Червона куля	18,6	15,9	17,4	17,3
Солютин+ Фітохелп	Делікатесний	22,9	22,8	22,5	22,7
	Червона куля	22,8	21,8	22,8	22,5
Липосам	Делікатесний	23,2	21,1	21,9	22,1
	Червона куля	21,5	22,4	22,6	22,2
Хлорела	Делікатесний	23,8	23,9	21,9	23,2
	Червона куля	20,9	21,0	22,3	21,4
	<i>НІР₀₅ А</i>	<i>0,5</i>	<i>0,3</i>	<i>0,7</i>	
	<i>В</i>	<i>1,1</i>	<i>1,4</i>	<i>1,0</i>	
	<i>АС</i>	<i>2,1</i>	<i>2,0</i>	<i>1,6</i>	

Препарат Солютин продовжив виявляти негативну дію на рослини буряка столового і загальна площа листків у сорту Делікатесний складала

16,2 тис. м²/га, у сорту Червона куля – 17,3 тис. м²/га, але переважала контроль на 2,5–3,6 тис. м²/га, що є істотним.

Разом з тим, застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин за рахунок дії біопрепарату і площа листків збільшується у сорту Делікатесний до 22,7 тис. м²/га, у сорту Червона куля – до 22,5 тис. м²/га і переважає контроль на 7,7–10,1 шт./роsl.

5.3. Маса коренеплоду та урожайність буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля

Маса коренеплоду визначає урожайність буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля і залежно від дії біопрепарату вказує на його вплив на ростові процеси у рослині (табл. 5.5).

За масою коренеплоду різнилися рослини буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля у порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий +Фітохелп маса коренеплоду буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля була найвищою. Так, у сорту Делікатесний показник складав 296 г, що істотно вище контролю на 136 г, у сорту Червона куля – 238 г, що відповідно суттєво вище за контроль на 60 г. Низьку масу коренеплоду мали рослини буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля за застосування Хлорели – 225–230 г, що істотно вище контролю на 42–70 г. Вищим результатом різнилися рослини, на ріст та розвиток яких вплинули препарат Хелпрост овочевий – 239–278 г, Солютин+Фітохелп – 208–292 г і Липосам у сортів Делікатесний і Червона куля – 263–292 г, що вище контролю.

Аналізуючи дію препарату Солютин, ми дійшли висновку, що маса коренеплоду буряку столового сорту Делікатесний була нижчою, ніж за дії інших препаратів на 19 г та досягала рівня 141 г, у сорту Червона куля – 131 г, що підтверджує його негативний вплив на рослини. Але, застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращується стан рослин і маса

коренеплоду у сорту Делікатесний збільшувалася до 292 г і переважала контроль на 132 г, у сорту Червона куля – до 208 г, що більше за контроль на 25 г.

Таблиця 5.5

Маса коренеплоду буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату, г

Біопрепарат фактор В	Сорт фактор А	2018	2019	2020	Середнє за 2018- 2020 рр.	±до контролю
Контроль	Делікатесний	123	191	166	160	0
	Червона куля	188	189	171	183	0
Хелпрост овочевий	Делікатесний	347	236	252	278	118
	Червона куля	254	213	249	239	79
Хелпрост овочевий + Фітохелп	Делікатесний	319	299	271	296	136
	Червона куля	279	202	249	243	60
Солютин	Делікатесний	153	135	135	141	-19
	Червона куля	143	125	126	131	-52
Солютин+ Фітохелп	Делікатесний	379	236	262	292	132
	Червона куля	238	182	205	208	25
Липосам	Делікатесний	300	297	279	292	132
	Червона куля	290	255	244	263	80
Хлорела	Делікатесний	245	220	224	230	70
	Червона куля	227	230	218	225	42
	<i>НІР₀₅ А</i>	7,8	9,2	7,1		
	<i>В</i>	11,3	11,7	12,0		
	<i>АС</i>	22,2	22,4	23,0		

Далі ми визначали товарну урожайність коренеплодів буряку столового сортів Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату, як основний показник його впливу на рослину (табл. 5.6).

Товарна урожайність коренеплодів буряку столового різнилася у порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп товарна урожайність коренеплодів сорту Делікатесний була найвищою і складала 62,2 т/га, що істотно вище контролю на 18,6 т/га, у сорту Червона куля – 65,7 т/га, що вище контролю на 29,4 т/га.

Таблиця 5.6

**Товарна урожайність коренеплодів буряку столового сортів
Делікатесний і Червона куля залежно від внесеного біопрепарату, т/га**

Біопрепарат фактор В	Сорт фактор А	2018	2019	2020	Середнє за 2018–2020 рр.	±до контролю
Контроль	Делікатесний	33,2	52,4	45,1	43,6	0
	Червона куля	36,3	34,4	38,2	36,3	0
Хелпрост овочевий	Делікатесний	54,5	64,1	55,5	58,0	14,4
	Червона куля	48,1	56,8	52,1	52,3	16,0
Хелпрост овочевий + Фітохелп	Делікатесний	58,6	68,0	60,1	62,2	18,6
	Червона куля	65,2	67,4	64,4	65,7	29,4
Солютин	Делікатесний	34,1	36,2	34,3	34,9	-8,7
	Червона куля	39,1	33,5	36,2	36,3	0
Солютин+ Фітохелп	Делікатесний	50,2	46,4	48,0	48,2	4,6
	Червона куля	47,9	45,9	46,8	46,9	10,6
Липосам	Делікатесний	48,1	48,0	47,5	47,9	4,3
	Червона куля	45,3	46,7	45,6	45,9	9,6
Хлорела	Делікатесний	46,6	45,9	46,0	46,2	2,6
	Червона куля	44,9	46,2	46,2	45,8	9,5
	<i>НІР₀₅ А</i>	<i>0,9</i>	<i>1,3</i>	<i>1,1</i>		
	<i>В</i>	<i>1,4</i>	<i>1,7</i>	<i>2,0</i>		
	<i>АС</i>	<i>2,0</i>	<i>2,4</i>	<i>3,0</i>		

Дещо меншу товарну урожайність коренеплодів мав буряк столовий за застосування препарату Хелпрост овочевий і у сорту Делікатесний вона досягала 58,0 т/га, Червона куля – 52,3 т/га, що істотно вище контролю на 14,4–16,0 т/га.

Вищим результатом різнилися рослини сорту Делікатесний, оброблені препаратом Хлорела – 46,2 т/га, що істотно вище контролю на 2,6 т/га, сорту Червона куля – 45,8 т/га. Оброблення рослин препаратом Липосам сприяло отриманню урожайності сорту Делікатесний 47,9 т/га, що вище контролю на 4,3 т/га. У сорту Червона куля – 45,9 т/га та переважала контроль на 9,6 т/га.

Товарна урожайність коренеплодів буряку столового за дії препарату Солютин складала 34,9–36,3 т/га і була нижчою, ніж у контролі на 8,7 т/га, та за дію інших препаратів, що підтверджує його негативний вплив на рослини. Але застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин і товарна урожайність коренеплодів буряку столового збільшувалася до 46,9–48,2 т/га та істотно переважала контроль на 4,6–10,6 т/га.

Доведено, що застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп покращує стан рослини і товарна урожайність коренеплодів буряку столового збільшується і була найвищою та складала у сорту Делікатесний 48,2 т/га, що істотно вище контролю на 4,6 т/га, у сорту Червона куля – 46,9 т/га, що вище контролю на 10,9 т/га.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ V

1. В результаті досліджень викладено теоретичне узагальнення та вирішення наукових питань застосування біопрепаратів і формування високопродуктивних посівів овочів на основі збереження та відтворення родючості ґрунту, зменшення техногенного навантаження, принципів отримання продукції з високим вмістом біологічно активних речовин.

2. Позитивний вплив на ріст і розвиток, урожайність і біохімічні показники якості продукції овочів у сівозміні гарантує внесення

біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп, впровадження яких забезпечує зростання урожайності на 14,4–29,4 т/га.

3. Застосування антитранспіранту, ад'юванту Солютин показало, що рослини мали пригнічені ростові показники, товарна урожайність буряку столового сорту Делікатесний знижувалася у порівнянні з контролем на 9,2 т/га.

4. Урожайність коренеплодів буряку столового сорту Делікатесний за дії препарату Солютин складала 43,8 т/га і була нижчою, ніж у контролі на 9,2 т/га, та за дію інших препаратів, що підтверджує його негативний вплив на рослини.

5. Застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп покращує стан рослини і товарна урожайність коренеплодів буряку столового збільшується і була найвищою та складала у сорту Делікатесний 62,2 т/га, що істотно вище контролю на 18,6 т/га, у сорту Червона куля – 65,7 т/га, що вище контролю на 29,4 т/га.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ V

1. Болотских А.С. Свекла и морковь. Харьков: Фолио, 2011. 262 с.
2. Гіль Л.С., А.І. Пашковський, Л.Т. Сулима Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Вінниця: Нова книга, 2018. Ч. 2. 391 с.
3. Лудилов В.А. Все об овощах М.: ЗАО Фитон, 2011. 424 с.
4. Антрапцева Н. М., І. Г. Пономорьова Пошук шляхів підвищення якості овочевої продукції. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2014. № 6. С. 239–240.
5. Бикін А. В., Паламарчук С. П. Вміст мікроелементів у рослинах буряка столового при застосуванні добрив. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2012. № 57. С. 42–45.

6. Степуро М. Ф., Аутко А. А., Позняк О. В., Бохан А. И., Върко А. Г. Влияние внекорневых подкормок и сортообразцов на урожайность и вынос тяжелых металлов столовыми корнеплодами. Овощеводство: сб. науч. тр. РУП «Институт овощеводства» Нац. акад. наук Беларуси. Минск, 2015. Т. 18. С. 236–243.
7. Паламарчук С. П. Агрохімічна оцінка використання добрив при вирощування буряка столового в Північному Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.04. К., 2015. 18 с.
8. Природоохоронна технологія вирощування овочевих культур у відкритому ґрунті зони північного Лісостепу і Полісся України: навч. посіб. [Дереча О. А., Синецький В. Г., Венгер В. М. та ін.]. Житомир: Полісся, 2013. 208 с.
9. Довідковий матеріал з овочівництва. [Сич З. Д., Жук О. Я., Бобось І. М. та ін.]. К., 2014. 178 с.
10. Короткий енциклопедичний словник з овочівництва. [Г. І. Подпрятков, З. Д. Сич, О. Ю. Барабаш, О. Я. Жук, В. В. Хареба]. К.: ННЦ Ін-т аграр. економіки, 2016. 300 с.
11. Кецкало В.В. Урожайність сортів та гібридів буряка столового в умовах Правобережного Лісостепу України. Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. Агробіологія. 2015. №11(104). С. 129–133.
12. Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Філонова О. М., Мельниченко Т. В., Воробйова Н. В. Виробництво овочів і картоплі та перспективи розвитку галузі овочівництва на Черкащині. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *Овочівництво і багтанництво*. Харків: Плеяда, 2012. Вип. 58. С. 381–386.
13. Улянич О. І., Діденко І. А., Кухнюк О. В. Уміст мікроелементів у овочевих коренеплодах. Матеріали VII Міжнародної наукової конференції (Парієві читання). *Селекційно-генетична наука і освіта, присвячується 150-річчю створення факультету агрономії Уманського національного*

університету садівництва (19–21 березня 2018 р.). Умань, Сочинський, 2018. С. 273–274.

14. O.I. Ulianych, S.V. Schetyna, G.Ya. Slobodianyk, A.G. Ternavskiy, O.V.Kuhniuk, I.A. Didenko Ecological Status of Soils and Vegetable Products in Cherkasy Region. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. 8(3). P. 10–19. DOI: 10.15421/2018_317.

15. Улянич О. І., Сорока Л. В., Воєвода Л.І., Кухнюк О. В. Застосування біопрепаратів для отримання органічної продукції салатних рослин. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції *Актуальні питання аграрної науки*, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС, 15 листопада 2018 р. Редкол.: Непочатенко О.О. (відп. ред.) та ін. Київ: Основа, 2018. С. 176–178.

16. Стефанюк Г. С., Залецька О. Ю., Кунинець Р. І., Стефанюк С. В., Колодій А. М. Вміст нітратів у плодоовочевій продукції. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 16. С. 344–347.

17. Стефанюк С. В., Ліщак Л. П. Кращі сорти столового буряка для західного регіону України. *Вісник Львівського державного аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 8. С. 196–199.

18. Хареба В. В., Стефанюк С. В. Урожайність і товарність коренеплодів буряка столового залежно від сорту і строку сівби. *Blacksea*. 2014/ Vol/12, is.05. P.9–12.

19. Хареба В.В., Стефанюк С. В. Вплив густоти стояння рослин буряків столових на врожай коренеплодів. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. К.: 2013. Ч. 1. № 183 С.177–180.

20. La betterave a salade (*Beta vulgaris* L., spp. *Vulgaris* var. *esculenta* L.). *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic*. 2002. Vol. 34, N 3. P. 183–184.

21. Petroniene D., Z. Duchovskiene Generative development of cylindric red beet from differently matured plants. *Zemdirbyste. Akademija*, 2002. T. 78. S. 251–258.

22. Badelek E., F. Adamicki, K. Elkner The effect of temperature, cultivar and root size on quality and storage ability of red beet. *Vegetable crops research bull.* Skierniewice, 2002. Vol. 56. P. 67–76.
23. Czeladzka B., Rog L., Zukowska E. Wplyw terminu zbioru na jakosc korzeni buraka cwiklowego. *Nowoczesne metody I techniki w hodowli I fizjologii roslin.* Warszawa, 2002. Cz. 1. S. 355–359.
24. Pawel Slodkowski, Ewa Rekowska Uprawa buraka cwiklowego produkowanego na zbiorpeczkowy. Ref. 3. Ogolnopolskie Sympozjum *Nowe rosliny I technologie w ogrodnictwie.* Poznan, 25–26 wrzesnia, 2000. Cz. 1. Rocz. AR Poznaniu. Ogr. 2000. № 31, Cz. 1. S. 479–483.

Результати досліджень автора висвітлені у джерелах літератури: 13, 14, 15.

РОЗДІЛ VI

РІСТ, РОЗВИТОК ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ МОРКВИ ПОСІВНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ БІОПРЕПАРАТІВ

У харчуванні людини важливе місце відводиться овочам, які є основним постачальником вітамінів та інших цінних речовин. Урожайність моркви посівної та якість коренеплодів залежить від ряду факторів, у тому числі й технологічних. У застосованих різних елементах технології виникає необхідність підбору й оцінки доцільності застосування різних препаратів для вирощування моркви з найбільш поширеними формами коренеплоду з урахуванням специфіки регіональних особливостей [1–6].

Культуру моркви посівної зазвичай можна віднести до провідних овочевих рослин у виробництві високовітамінізованої продукції. Але середня врожайність в Україні не перевищує 22–25 т/га, що не дозволяє конкурувати з зарубіжними виробниками та суттєво знижує долю вітчизняного сегменту у виробництві моркви [7–13].

Морква, як і інші овочеві рослини, надзвичайно чутлива до застосування на фоні різних сортів нових біопрепаратів у технології вирощування, оскільки технологія вимагає пошуку нових більш ефективних біологічних препаратів, які здатні забезпечити високу врожайність і рентабельність їх виробництва у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [14–20].

Вирішення питання високотехнологічного виробництва моркви посівної неможливе без застосування біопрепаратів у технології вирощування в Україні.

6.1 Фенологічні спостереження за ростом і розвитком моркви посівної сортів Нантська та Вітамінна 6

Спостереження за проходженням основних фенологічних фаз росту і розвитку залежно від біопрепаратів показало, що появу сходів відмічено у моркви посівної сорту Нантська у контролі через $15 \pm 0,19$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий і Хелпрост овочевий + Фітохелп масові сходи з'явилися на $12 \pm 0,11$ добу, Солютин+Фітохелп – на $15 \pm 0,19$, Солютин – на $16 \pm 0,11$, Липосам і Хлорела – на $14 \pm 0,84$ добу. Фаза повних сходів наставала фактично одночасно з різницею в одну-дві доби (на 12-16 добу) (табл. 6.1).

Перший справжній листок у моркви посівної сорту Нантська спостерігався неодноразово. Так, у середньому за рік ця фаза наставала в контролі на $28 \pm 0,14$ добу. Внесення біопрепаратів сприяло зменшенню тривалості фази: Хелпрост овочевий – на $26 \pm 0,12$ добу, Хелпрост овочевий + Фітохелп, Солютин+Фітохелп і Липосам – на $25 \pm 0,14$, Солютин – на $28 \pm 0,13$, Хлорели – на $27 \pm 0,80$ добу.

Ріст розетки у моркви посівної сорту Нантська в контролі спостерігався на $37 \pm 0,15$ добу. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий, Липосам і Хлорела – на $36 \pm 0,20$, Солютину – на $37 \pm 0,17$ добу.

Початок росту коренеплоду у моркви посівної сорту Нантська починався нерівномірно – на 47–57 добу. Так, довшою фаза була у контролі – $54 \pm 0,74$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий + Фітохелп, Липосам і Хлорела – $47 \pm 0,91$ діб, Солютин+Фітохелп – $52 \pm 0,88$ діб. І найдовшою фаза початку росту коренеплоду у моркви була за внесення препарату Солютин – $57 \pm 0,92$ діб.

Технічна стиглість або готовність до збирання у моркви посівної сорту Нантська починалася нерівномірно – на 121–126 добу. Так, довшою вона була у контролі – $125 \pm 0,39$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий, Липосам і Хлорели – $122 \pm 0,19$ доби, Хелпрост овочевий+Фітохелп –

121±0,49, Солютин+Фітохелп – 124±0,90. І найдовшою фаза була за внесення препарату Солютин – 126±0,66 діб.

Таблиця 6.1

**Кількість діб від повних сходів до настання окремих фенологічних фаз
росту і розвитку моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6
(середнє за 2018–2020 рр.)**

Біопрепарат фактор В	Фаза росту й розвитку, діб				
	Повні сходи, M±m	Поява 1-го справжнього листка, M±m	Початок росту розетки M±m	Початок росту коренеплоду M±m	Технічна стиглість (збирання) M±m
сорт Нантська фактор А					
Контроль	15±0,19	28±0,14	37±0,15	54±0,74	125±0,39
Хелпрост овочевий	12±0,11	26±0,12	36±0,20	47±0,91	122±0,19
Хелпрост овочевий +Фітохелп	12±0,12	25±0,14	35±0,18	47±0,76	121±0,49
Солютин	16±0,11	28±0,13	37±0,17	57±0,92	126±0,66
Солютин+Фітохелп	15±0,19	25±0,30	34±0,21	52±0,88	124±0,90
Липосам	14±0,84	25±0,82	36±0,07	47±0,96	122±0,14
Хлорела	14±0,81	27±0,80	36±0,44	47±0,28	122±0,95
сорт Вітамінна 6 фактор А					
Контроль	14±0,20	27±0,11	37±0,15	55±0,74	128±0,39
Хелпрост овочевий	13±0,12	26±0,13	36±0,20	48±0,91	122±0,19
Хелпрост овочевий +Фітохелп	13±0,31	25±0,12	35±0,18	47±0,76	121±0,49
Солютин	15±0,12	28±0,13	37±0,17	58±0,92	129±0,66
Солютин+Фітохелп	14±0,51	25±0,15	34±0,21	53±0,88	125±0,90
Липосам	13±0,84	25±0,82	36±0,07	48±0,96	127±0,14
Хлорела	13±0,81	27±0,12	36±0,44	48±0,28	128±0,95

Раніше появу масових сходів відмічено у сорті Вітамінна 6 у контролі – через $14\pm 0,20$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий та Хелпрост овочевий+Фітохелп, Липосам, Хлорела появу масових сходів відмічено на $13\pm 0,12$ добу, Солютин+Фітохелп – на $14\pm 0,51$, Солютин – на $15\pm 0,12$ добу. Фаза повних сходів наступила фактично одночасно, із різницею у дві-три доби (на 13–15 добу).

Фаза появи першого справжнього листка спостерігалася неодноразово. Так, ця фаза наставала у контролі на $27\pm 0,11$ добу. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий – на $26\pm 0,13$ добу, Хелпрост овочевий +Фітохелп, Солютин+Фітохелп і Липосам – на $25\pm 0,12$, Солютин – на $28\pm 0,13$, Хлорели – на $27\pm 0,12$ добу.

Початок росту розетки листків на рослинах моркви сорту Вітамінна 6 у контролі спостерігався на $37\pm 0,15$ добу. За внесення біопрепаратів Хелпрост овочевий, Липосам і Хлорела – на $36\pm 0,20$, Солютин – на $37\pm 0,17$ добу.

Фаза початку росту коренеплоду у моркви посівної сорту Вітамінна б починалася нерівномірно на 47–58 добу. Так, довшою вона була у контролі – $55\pm 0,74$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий, Липосам і Хлорела – $48\pm 0,91$ діб, Хелпрост овочевий +Фітохелп – $47\pm 0,76$, Солютин+Фітохелп – $53\pm 0,88$ доби. Фаза початку росту коренеплоду найдовшою була за внесення препарату Солютин – $58\pm 0,92$ діб.

Фаза технічної стиглості або готовності до збирання у моркви посівної сорту Вітамінна 6 починалася нерівномірно на 122–129 діб. Так, довшою вона була у контролі і за внесення Хлорели – $128\pm 0,39$ діб. За внесення біопрепарату Хелпрост овочевий – $122\pm 0,19$ доби, Хелпрост овочевий+Фітохелп – $121\pm 0,49$, Солютин+Фітохелп – $125\pm 0,90$, Липосам – $127\pm 0,14$ діб. І найдовшою фаза була за внесення препарату Солютин – $129\pm 0,66$ діб.

Аналіз отриманих даних показав, що рослини моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна брозвивалися неоднаково та виявлялися по-різному у

фазах росту і розвитку залежно від внесених біопрепаратів, що вказує на їхній вплив на рослину.

6.2 Біометричні спостереження за ростом і розвитком моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6

Висота рослин визначає силу росту та залежно від дії препарату вказує на його вплив на ростові процеси у рослині моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 (табл. 6.2).

Рослини моркви посівної різнилися за висотою у порівнянні до контролю. Так, застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп для моркви сорту Нантська сприяло збільшенню висоти рослин до найбільшого показника – 49 см, що істотно вище контролю на 16 см. Дещо нижчими були рослини моркви посівної сорту Нантська за застосування Липосаму і Хлорели 45–47 см, що істотно вище контролю на 12–14 см. Нижчим результатом різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 46 см, вище контролю на 13 см.

Висота рослин моркви посівної сорту Нантська за дії препарату Солютин була нижчою за контроль на 2 см, за дії інших препаратів – на 8–14 см, що вказує на негативний вплив на рослини. У підтвердження цього застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин і їх висота збільшується з 35 см до 43 см і переважає контроль на 10 см.

За висотою різнилися рослини моркви посівної сорту Вітамінна 6 у порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп висота рослин була найвищою і складала 50 см, що істотно вище контролю – на 17 см. Дещо нижчими були рослини за застосування Липосаму і Хлорели – 44–47 см, що істотно вище контролю – на 11–14 см. Нижчими результатами відрізнялися рослини, які були оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 42 см, що вище контролю на 9 см.

Таблиця 6.2

**Висота рослин моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6
залежно від внесеного біопрепарату, см**

Біопрепарат фактор В	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
сорт Нантська (фактор А)					
Контроль	33	35	32	33	0
Хелпростовочевий	44	38	51	46	13
Хелпрост овочевий +Фітохелп	48	50	46	49	16
Солютин	31	36	39	35	2
Солютин+Фітохелп	41	43	52	43	10
Липосам	48	49	37	45	12
Хлорела	42	47	51	47	14
сорт Вітамінна 6 (фактор А)					
Контроль	31	34	36	34	1
Хелпростовочевий	41	43	41	42	9
Хелпрост овочевий +Фітохелп	46	52	47	50	17
Солютин	30	34	39	34	1
Солютин+Фітохелп	42	43	50	44	11
Липосам	48	45	42	44	11
Хлорела	42	47	53	47	14
<i>НІР₀₅ А</i>	0,8	1,2	1,0		
<i>В</i>	1,2	1,9	1,7		
<i>АС</i>	2,3	2,6	2,4		

Висота рослин моркви посівної сорту Вітамінна 6 за дії Солютину була на рівні контролю, що вказує на негативний вплив препарату на рослини.

Застосування для моркви Солютин+Фітохелп покращує стан рослини, її висота збільшується з 34 см до 44 см та переважає контроль на 10 см.

Далі ми визначали кількість листків на рослині, як ще один з показників росту моркви посівної. Кількість листків різнилася у рослин моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 у порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий + Фітохелп, Солютин + Фітохелп і Липосам кількість листків на рослині моркви посівної сорту Нантська була найвищою і складала 11 шт./роsl., що істотно вище контролю - на 4 шт./роsl. Дещо нижчими була кількість листків на рослині за застосування Хлорели – 10 шт./роsl. Нижчим результатом різнилися рослини моркви посівної сорту Нантська, оброблені препаратом Солютин – 7 шт./роsl., що на рівні контролю (табл. 6.3).

Дія препарату Солютин була негативною і кількість листків на рослині моркви посівної сорту Нантська складала 7 шт./роsl. Разом із тим, застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин і кількість листків на рослині збільшується з 7 до 10 шт./роsl. і переважає контроль на 3 шт./роsl.

Визначення кількості листків на рослині показало, що ріст у моркви посівної сорту Вітамінна 6 був в оптимальних параметрах. За кількістю листків різнилися рослини моркви посівної сорту Вітамінна 6 у порівнянні до контролю. Застосування препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп сприяло збільшенню кількості листків на рослині до 11 шт./роsl., що істотно вище контролю – на 5 шт./роsl. Дещо нижчою була кількість листків на рослині за застосування Липосаму і Хлорели – 9–10 шт./роsl. Нижчим результатом різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 10 шт./роsl., що вище контролю на 4 шт./роsl.

Дія препарату Солютин була негативною, кількість листків на рослині складала 6 шт./роsl. Разом із тим, застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп позитивно впливає на рослини моркви, і кількість

листоків збільшується з 6 до 10 шт./росл., що переважає контроль на 4 шт./росл.

Таблиця 6.3

Кількість листків на рослині моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 залежно від внесеного біопрепарату, шт./росл.

Біопрепарат фактор В	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2018–2020 рр.
сорт Нантська (фактор А)				
Контроль	7	6	4	7
Хелпростовочевий	9	12	10	11
Хелпростовочевий +Фітохелп	10	12	13	11
Солютин	8	6	5	7
Солютин+Фітохелп	12	8	10	11
Липосам	8	10	10	11
Хлорела	8	9	10	10
сорт Вітамінна 6 (фактор А)				
Контроль	6	4	6	6
Хелпростовочевий	12	10	11	10
Хелпростовочевий +Фітохелп	12	13	10	11
Солютин	6	5	6	6
Солютин+Фітохелп	8	10	9	10
Липосам	10	10	11	10
Хлорела	9	10	9	9
<i>НІР₀₅ А</i>	<i>0,5</i>	<i>0,9</i>	<i>1,4</i>	
<i>В</i>	<i>1,6</i>	<i>1,5</i>	<i>2,3</i>	
<i>АС</i>	<i>2,1</i>	<i>2,6</i>	<i>2,7</i>	

Важливим біометричним показником росту моркви посівної сорту Нантська є загальна площа листків на одному гектарі поля, як ще один з показників функціонування зеленої маси листків моркви посівної (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Загальна площа листків моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 залежно від внесеного біопрепарату, тис. м²/га

Біопрепарат фактор В	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2018–2020 рр.
сорт Нантська (фактор А)				
Контроль	13,9	13,7	16,6	14,7
Хелпрост овочевий	22,7	22,4	22,1	22,6
Хелпрост овочевий +Фітохелп	27,1	30,1	29,7	28,3
Солютин	13,7	16,5	15,1	15,5
Солютин+Фітохелп	22,7	21,2	23,0	22,5
Липосам	22,8	21,0	21,0	21,8
Хлорела	23,0	22,5	22,1	22,5
<i>HIP₀₅</i>				2,2
сорт Вітамінна 6 (фактор А)				
Контроль	11,7	12,9	15,4	13,9
Хелпрост овочевий	22,8	21,6	21,2	22,5
Хелпрост овочевий +Фітохелп	26,4	29,1	31,7	28,7
Солютин	14,9	17,6	14,4	15,7
Солютин+Фітохелп	21,9	21,8	23,5	22,3
Липосам	21,5	21,7	22,4	22,0
Хлорела	23,1	22,8	22,4	22,5
<i>HIP₀₅ А</i>	0,6	1,2	1,4	
<i>В</i>	1,4	1,5	2,1	
<i>АС</i>	2,2	2,6	2,7	

Загальна площа листків у моркви посівної сорту Нантська у порівнянні до контролю була найвищою за застосування суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп і складала 28,3 тис. м²/га, що істотно вище контролю на 13,6 тис. м²/га. Дещо нижчою була площа листків моркви посівної сорту Нантська за застосування інших препаратів та сумішей – 21,8–22,6 тис. м²/га.

Препарат Солютин продовжив виявляти негативну дію на рослини моркви посівної сорту Нантська і загальна площа листків складала 15,5 тис. м²/га, але переважала контроль на 0,8 тис. м²/га, що є неістотним. Разом із тим, застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин моркви посівної сорту Нантська за рахунок дії біопрепарату і площа листків збільшується до 22,5 тис. м²/га і переважає контроль на 8 тис. м²/га.

Загальна площа листків у моркви посівної сорту Вітамінна 6 у порівнянні до контролю була високою за обприскування рослин баковою сумішшю біопрепаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп і складала 28,7 тис. м²/га, що істотно перевищує контроль на 14,8 тис. м²/га. Дещо нижчими показниками відрізнялася площа листків за застосування інших біопрепаратів та їх сумішей – 22,0–22,5 тис. м²/га.

Препарат Солютин продовжив виявляти негативну дію на рослини моркви посівної сорту Вітамінна 6 і загальна площа листків складала 15,7 тис. м²/га, але переважала контроль на 1,8 тис. м²/га, що є неістотним. Проведені дослідження показали, що застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин за рахунок дії біопрепарату та умов вирощування площа листків збільшується до 22,3 тис. м²/га і переважає контроль на 8,4 тис. м²/га.

6.3. Чиста продуктивність фотосинтезу моркви посівної залежно від сорту та біопрепарату

Чиста продуктивність фотосинтезу (далі по тексту ЧПФ) відображає продуктивність моркви посівної упродовж доби на 1 м² площі листків. ЧПФ

не включає створену посівами органічну масу, яка витрачається рослинами на дихання. Це органічна речовина, яка накопичується за добу в масі рослин. В цьому відмінність від загальної продуктивності фотосинтезу. ЧПФ дає можливість визначити лімітуючі показники підвищення продуктивності посівів, визначити потенціал рослин і прогнозувати врожайність культури.

За роки досліджень, найвищий урожай моркви посівної отримано за застосування біопрепаратів і їх сумішей Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп, де показники ЧПФ були на найвищому рівні і становили: у сорту Нантська 3,62–3,67 г/м² за добу, у сорту Вітамінна 6 – 3,58–3,69 г/м² за добу відповідно до препарату. У контролі показник становив 2,57 г/м² за добу (табл. 6.5).

Вищими показниками ЧПФ вирізнялися рослини моркви посівної за оброблення препаратами Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий +Фітохелп та Солютин+Фітохелп 3,62–3,67 г/м² за добу.

Отже, показники росту рослин, формування листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал посівів моркви вказують на переваги росту і розвитку рослин за застосування біопрепаратів, які в свою чергу істотно нівелюють вплив негативних умов вирощування моркви посівної.

Пігментний склад рослин моркви посівної відображає загальний фізіологічний стан і є критерієм діагностики та прогнозу за негативних чи позитивних впливів на рослину. Застосування біопрепаратів призводило до поліпшення ростових показників рослин моркви посівної. Використання біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп та Солютин+Фітохелп для обох сортів моркви посівної сприяло створенню на 15 % більшої загальної площі листків та характеризувалися більш раннім вступом у плодоношення. За вмістом хлорофілів рослини моркви посівної сорту Нантська за застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий +Фітохелп та Солютин+Фітохелп містили пігменти на рівні: хлорофіл *a*– 1,39 мг/г та 1,68; хлорофілу *b* – 0,56 та 0,71 мг/г (табл. 6.6).

Таблиця 6.5

Чиста продуктивність фотосинтезу моркви посівної залежно від сорту та біопрепарату, г/м² за добу

Сорт фактор А	Біопрепарат фактор В	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
Нантська	Контроль	2,53	2,58	2,57	2,56	0
	Хелпростовочевий	3,56	3,61	3,68	3,62	1,06
	Хелпростовочевий +Фітохелп	3,52	3,83	3,65	3,67	1,11
	Солютин	2,98	3,01	2,95	2,98	0,42
	Солютин+Фітохелп	3,92	3,95	3,15	3,67	1,11
	Липосам	3,37	3,36	3,34	3,36	0,80
	Хлорела	3,45	3,46	3,38	3,43	0,87
Вітамінна 6	Без препарату	2,98	2,35	2,55	2,63	0,07
	Хелпростовочевий	3,37	3,63	3,74	3,58	1,02
	Хелпростовочевий+Фітохелп	3,80	3,60	3,67	3,69	1,13
	Солютин	2,82	2,69	2,93	2,81	0,25
	Солютин+Фітохелп	3,55	3,33	3,41	3,43	0,87
	Липосам	3,35	3,31	3,43	3,36	0,80
	Хлорела	3,50	3,48	3,23	3,41	0,85
	<i>НІР₀₅</i>	<i>A 0,12 B 0,19 AB 0,27</i>	<i>A 0,08 B 0,22 AB 0,41</i>	<i>A 0,15 B 0,24 AB 0,32</i>		

Таким чином, застосування біопрепарату позитивно впливає на кількість хлорофілу, що в свою чергу покращує продуктивність моркви посівної. Збільшення відносної долі хлорофілу *ата* *бс* свідчить про зростання кількості зрілих світлозбираючих комплексів. У обох сортів моркви посівної за застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий

+Фітохелп та Солютин+Фітохелп спостерігається характерне підвищення вмісту каротиноїдів до 0,41–0,49 мг/г, що вказує на більший ступінь захищеності пігментної системи цих рослин від надлишку сонячної радіації та фотоокиснення.

Таблиця 6.6

Вміст хлорофілу *a* та *b* та каротиноїдів у листках моркви посівної залежно від сорту та застосування біопрепарату (середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт фактор А	Біопрепарат фактор В	Хлорофіл <i>a</i> та <i>b</i> , мг/г		Вміст каротиноїдів	
		Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	мг/г	± до контролю
Нантська	Контроль	1,27	0,48	0,39	0
	Хелпростовочевий	1,39	0,55	0,42	0,03
	Хелпростовочевий +Фітохелп	1,38	0,56	0,43	0,04
	Солютин	1,31	0,52	0,40	0,01
	Солютин+Фітохелп	1,35	0,52	0,41	0,02
	Липосам	1,40	0,54	0,41	0,02
	Хлорела	1,38	0,54	0,42	0,03
Вітамінна 6	Без препарату	1,33	0,57	0,40	0,01
	Хелпростовочевий	1,47	0,64	0,49	0,10
	Хелпростовочевий +Фітохелп	1,56	0,68	0,49	0,10
	Солютин	1,36	0,57	0,40	0,01
	Солютин+Фітохелп	1,48	0,61	0,47	0,08
	Липосам	1,47	0,62	0,47	0,08
	Хлорела	1,46	0,63	0,47	0,08
	<i>НІР</i> ₀₅ А	0,9	1,3	1,1	
	В	1,4	1,7	2,0	
	АС	2,0	2,4	3,0	

Найвищий прояв дії біопрепаратів спостерігається за застосування Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп та Солютин+Фітохелп в обох сортів. Показник вмісту каротиноїдів у сорту Нантська 0,43–0,44 мг/г, у сорту Вітамінна 6 – 0,49 мг/г.

Отже, застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп та Солютин+Фітохелп поліпшує ріст рослин моркви посівної, стан пігментної системи, підвищує врожайність та хімічні показники якості коренеплодів. Отримані дані свідчать про те, що найкращу та найдовшу стимулюючу дію мають біопрепарати Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий +Фітохелп та Солютин+Фітохелп.

6.4 Маса коренеплоду, врожайність і якість моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 залежно від дії біопрепарату

Масою коренеплоду моркви посівної сорту Нантська визначається її врожайність, і залежно від дії препарату, вона вказує на його вплив на ріст і розвиток рослин (табл. 6.7).

Рослини моркви посівної сорту Нантська відрізнялися за масою коренеплоду в порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп маса коренеплоду моркви посівної сорту Нантська була найвищою і складала 63 г, що істотно вище контролю на 9 г. Низьку масу коренеплоду мали рослини за застосування Хлорели – 53 г, що нижче контролю на 1 г. Вищим результатом різнилися рослини моркви посівної сорту Нантська, оброблені препаратом Хелпрост овочевий, Солютин+Фітохелп і Липосам – 56–59 г, що вище контролю на 2–5 г.

Маса коренеплоду моркви посівної сорту Нантська за дії Солютину була нижчою, ніж за дію інших препаратів на 13 г та досягала рівня 49 г, що підтверджує його негативний вплив на рослини. Застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин моркви посівної сорту Нантська і маса коренеплоду збільшується з 49 г до 58 г і переважає контроль на 4 г.

Таблиця 6.7

**Маса коренеплоду моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6
залежно від внесеного біопрепарату, г**

Біопрепарат фактор В	2018	2019	2020	Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
сорт Нантська (фактор А)					
Контроль	50	58	51	54	0
Хелпрост овочевий	59	58	60	59	5
Хелпрост овочевий + Фітохелп	62	69	67	63	9
Солютин	47	49	52	49	-5
Солютин+Фітохелп	57	59	60	58	4
Липосам	57	52	55	56	2
Хлорела	57	45	62	53	-1
сорт Вітамінна 6 (фактор А)					
Контроль	51	50	51	51	0
Хелпрост овочевий	57	58	59	57	6
Хелпрост овочевий +Фітохелп	61	79	62	64	13
Солютин	47	48	47	47	-4
Солютин+Фітохелп	57	58	61	58	7
Липосам	57	50	55	55	4
Хлорела	58	47	60	53	2
<i>НІР₀₅ А</i>	<i>0,8</i>	<i>1,4</i>	<i>1,3</i>		
<i>В</i>	<i>1,7</i>	<i>1,9</i>	<i>2,1</i>		
<i>АС</i>	<i>2,5</i>	<i>3,0</i>	<i>3,5</i>		

За масою коренеплоду моркви посівної сорту Вітамінна 6 визначається урожайність і залежно від дії препарату вона вказує на його вплив на ріст рослин. Рослини моркви посівної сорту Вітамінна 6 відрізнялися за масою коренеплоду в порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші

препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп маса коренеплоду була вищою і складала 64 г, що істотно вище контролю - на 13 г. Нижчу масу коренеплоду мали рослини за застосування Хлорели – 53 г, що істотно вище контролю - на 2 г. Вищим результатом різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий, Солютин+ Фітохелп і Липосам – 55–58 г, що вище контролю на 4–7 г.

Хочеться звернути увагу на дію препарату Солютин. Так, маса коренеплоду моркви посівної сорту Вітамінна 6 за дії Солютину була нижчою, ніж за дії інших препаратів, на 4 г та досягала рівня 47 г, що підтверджує його негативний вплив на рослини. Але застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин і маса коренеплоду збільшується з 47 г до 58 г і переважає контроль на 7 г.

Одним із факторів одержання більшого врожаю моркви посівної є підбір високоврожайних у даному регіоні сортів та екологічних препаратів. Оскільки на сьогодні органічні технології в Україні набувають усе більш широкого розповсюдження, такі дослідження є особливо актуальними.

Товарна врожайність коренеплодів моркви посівної сорту Нантська, як основний показник впливу біопрепарату, показано у таблиці, наведеній нижче (табл. 6.8).

Товарна врожайність коренеплодів моркви посівної сорту Нантська різнилася у порівнянні до контролю. Так, за застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп врожайність коренеплодів моркви посівної сорту Нантська була найвищою і складала 28 т/га, що істотно вище контролю на 4,2 т/га. Дещо нижчу за контроль товарну урожайність коренеплодів мали рослини моркви посівної сорту Нантська за застосування Хлорели – 23,6 т/га, що нижче контролю на 0,6 т/га.

Вищим результатом різнилися рослини моркви посівної сорту Нантська, оброблені препаратом Хелпрост овочевий і Липосам 26,1–24,7 т/га відповідно, що вище контролю на 0,9–2,3 т/га.

Таблиця 6.8

**Товарна врожайність коренеплодів моркви посівної сортів Нантська і
Вітамінна 6 залежно від внесеного біопрепарату, г**

Біопрепарат фактор В	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2018–2020 рр.	± до контролю
сорт Нантська (фактор А)					
Контроль	22,3	25,8	22,7	23,8	0
Хелпрост овочевий	26,3	25,8	26,7	26,1	2,3
Хелпрост овочевий +Фітохелп	27,6	30,7	29,8	28,0	4,2
Солютин	20,9	21,8	23,2	21,8	-2,0
Солютин+Фітохелп	25,4	26,3	26,7	25,7	1,9
Липосам	25,4	23,2	24,4	24,7	0,9
Хлорела	25,4	20,0	27,6	23,6	-0,2
сорт Вітамінна 6 (фактор А)					
Контроль	22,7	22,3	22,7	22,8	0
Хелпрост овочевий	25,4	25,4	26,3	25,4	2,6
Хелпрост овочевий +Фітохелп	27,2	35,2	27,6	28,6	5,8
Солютин	20,9	21,4	20,9	20,9	-1,9
Солютин+Фітохелп	25,4	25,8	27,2	26,0	3,2
Липосам	25,4	22,3	24,5	24,5	1,7
Хлорела	25,8	20,9	26,7	23,5	0,7
<i>HIP₀₅ А</i>	<i>0,8</i>	<i>1,6</i>	<i>1,5</i>		
<i>В</i>	<i>1,1</i>	<i>1,8</i>	<i>2,0</i>		
<i>АС</i>	<i>2,5</i>	<i>3,1</i>	<i>3,3</i>		

Товарна врожайність коренеплодів моркви посівної сорту Нантська за дії препарату Солютин складала 21,8 т/га і була нижчою, ніж у контролі на 2 т/га, та за дію інших препаратів, що підтверджує його негативний вплив на

рослини. Але застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин моркви посівної сорту Нантська і товарна урожайність коренеплодів збільшується з 21,8 т/га до 25,7 т/га і переважає контроль на 1,9 т/га.

Визначення товарної врожайності коренеплодів моркви посівної сорту Вітамінна 6 показало, що вона різнилася порівняно до контролю. За застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп товарна урожайність коренеплодів моркви була найвищою і складала 28,6 т/га, що істотно вище контролю на 5,8 т/га. Нижчу врожайність моркви мали рослини за застосування Хлорели – 23,5 т/га, що істотно вище контролю на 0,7 т/га. Вищими результатами відрізнялися рослини, оброблені біопрепаратами Хелпрост овочевий і Липосам 25,4–24,5 т/га, що вище контролю на 2,6–1,7 т/га.

Товарна урожайність коренеплодів моркви посівної сорту Вітамінна 6 за дії препарату Солютин складала 20,9 т/га і була нижчою, ніж у контролі на 1,9 т/га, та за дію інших препаратів, що підтверджує його негативний вплив на рослини. На відміну від цього застосування біопрепаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин моркви і товарна урожайність в збільшується з 20,9 т/га до 26,0 т/га і переважає контроль на 3,2 т/га.

Установлено, що внесення біопрепаратів та їх суміші забезпечило одержання екологічно безпечної врожайності моркви посівної, яка характеризувалася високими показниками якості (табл. 6.9).

Хімічний склад коренеплодів моркви посівної залежно від біопрепарату
(середнє за 2018–2020 рр.)

Сорт фактор А	Біопрепарат фактор В	Вміст вітаміну С, мг/100 г сирової маси	Вміст сухої розчинної речовини, %	Масова частка цукрів, %	Вміст нітратів, мг/кг сирової маси
Нантська	Контроль	5,1	4,7	4,56	355,8
	Хелпростовочевий	7,3	5,8	6,62	356,1
	Хелпрост овочевий +Фітохелп	7,4	6,7	6,67	357,0
	Солютин	4,8	4,8	4,69	425,4
	Солютин+Фітохелп	6,3	5,7	5,80	345,9
	Липосам	5,8	5,2	6,48	341,7
	Хлорела	5,9	5,3	6,64	353,6
Вітамінна 6	Без препарату	5,4	4,3	4,59	350,5
	Хелпростовочевий	7,5	5,9	6,61	350,9
	Хелпростовочевий +Фітохелп	7,7	6,6	6,79	360,6
	Солютин	4,8	4,4	4,56	475,9
	Солютин+Фітохелп	5,3	5,8	5,62	336,0
	Липосам	7,4	5,5	5,67	345,5
	Хлорела	7,1	5,7	5,69	335,5
	<i>НІР₀₅ А</i>	<i>0,8</i>	<i>1,6</i>	<i>1,5</i>	
	<i>В</i>	<i>1,1</i>	<i>1,8</i>	<i>2,0</i>	
	<i>АС</i>	<i>2,5</i>	<i>3,1</i>	<i>3,3</i>	

Наведені дані показують, що вміст нітратів у коренеплодах моркви посівної залежно від біопрепарату знаходився на нижчому рівні за допустимі норми. Так, за визначенням МОЗ України для овочів, ГДК нітратів для моркви посівної повинна знаходитися на рівні 400 мг/кг сирової маси. У наших дослідженнях їх вміст в середньому за три роки був на рівні 364–

535 мг/кг. Найвищим вмістом нітратів відзначалася продукція моркви посівної у 2018 році, коли під час вегетації випало найменше опадів, а рослини страждали від нестачі вологи і за таких умов у тканинах рослин накопичувалося більше нітратів.

У цілому, продукція, вирощена у досліді, була екологічно безпечною та за вмістом сухої розчинної речовини, цукрів та вітаміну С характеризувалася порівняно високими якісними показниками. Застосування відповідних біопрепаратів у вирощуванні моркви посівної не знижувало якості одержаної продукції. Так, у другому і третьому варіантах досліду, де вносили Хелпрост овочевий і Хелпрост овочевий+Фітохелп, кількість вітаміну С у коренеплодах моркви посівної була на рівні 5,8–6,7 мг/кг сирової маси. Найменшою кількістю вітаміну С відрізнялися рослини у контролі та за внесення препарату Солютин, де його вміст знижувався до 4,8-5,1 мг/кг маси.

У варіанті без внесення препаратів коренеплоди моркви посівної сорту Нантська містили 4,7 % сухої речовини, 4,56 % цукрів та 5,1 мг/100 г вітаміну С, а сорт Вітамінна 6 – 4,3 % сухої розчинної речовини, 4,59 % цукрів та 5,9 мг/100 г сирової маси вітаміну С. У той же час за застосування Хелпрост овочевий і Хелпрост овочевий+Фітохелп показники якості продукції відповідно зростали та залежно від препарату та сорту вміст сухої розчинної речовини у рослинах моркви посівної незалежно від сорту збільшувався і досягав 5,8-6,7 %, цукрів – 6,61-6,79 %, вітаміну С – 5,8-6,7 мг/100 г сирової речовини відповідно.

Як показали дослідження, застосування біопрепаратів не виявляло негативного впливу на вміст вітаміну С, цукрів і сухої розчинної речовини у вирощеній продукції моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6. Уміст цінних показників у коренеплодах моркви не тільки не знижувався, а навіть мав деяку тенденцію до підвищення за застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий і Хелпрост овочевий + Фітохелп.

6.5 Математичне моделювання врожайності моркви посівної

Оптимізація рівня врожайності можлива за застосування інструментів моделювання та визначення кількісної та якісної зміни величин взаємозалежних показників, прогнозування їх стану та розвитку. В дослідженні застосовано метод математичного моделювання за допомогою поверхні відгуку. У таких моделях система чи явище, що вивчається, характеризується рівнянням апроксимації. Моделі такого типу використовують у тих випадках, коли реакція системи непередбачувана або дуже складна, а перевагою є спрощена структура.

Побудова та використання поверхонь відгуку виконуються за застосування регресійного аналізу, рівняння регресії якого будується з використанням способу графічного аналізу зв'язку за допомогою кореляційного поля (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Рівняння регресії зв'язку між урожайністю та показниками якості моркви посівної

Показник	Форма залежності	Формула розрахунку	Коефіцієнт регресії
Урожайність моркви сорту Нантська – Вітамін С	Лінійна	$y = -0,5114x + 27,585$	$R^2 = 0,699$
Урожайність моркви сорту Нантська – Нітрати	Лінійна	$y = -8,6847 + 577,72$	$R^2 = 0,3754$
	Лінійна	$y = 2486,1n(x)^{0,8446}$	$R^2 = 0,823$

За результатами, отриманими з використанням програми Microsoft Excel, визначено залежності між урожайністю і якістю продукції у вигляді емпіричних ліній регресії (рис. 6.1 і 6.2).

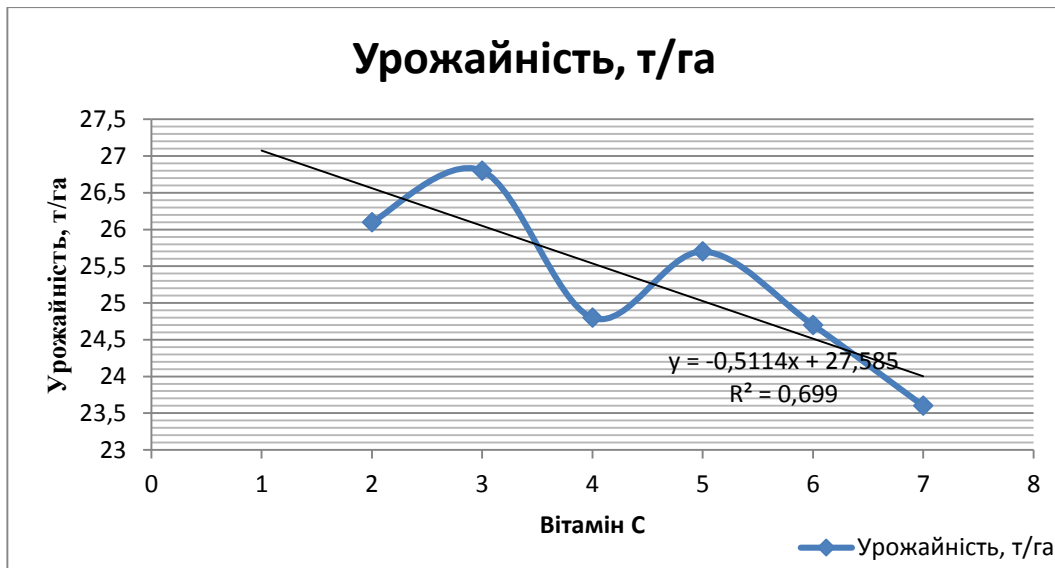


Рис. 6.1 Залежність між урожайністю моркви сорту Нантська і вмістом вітаміну С у коренеплодах.

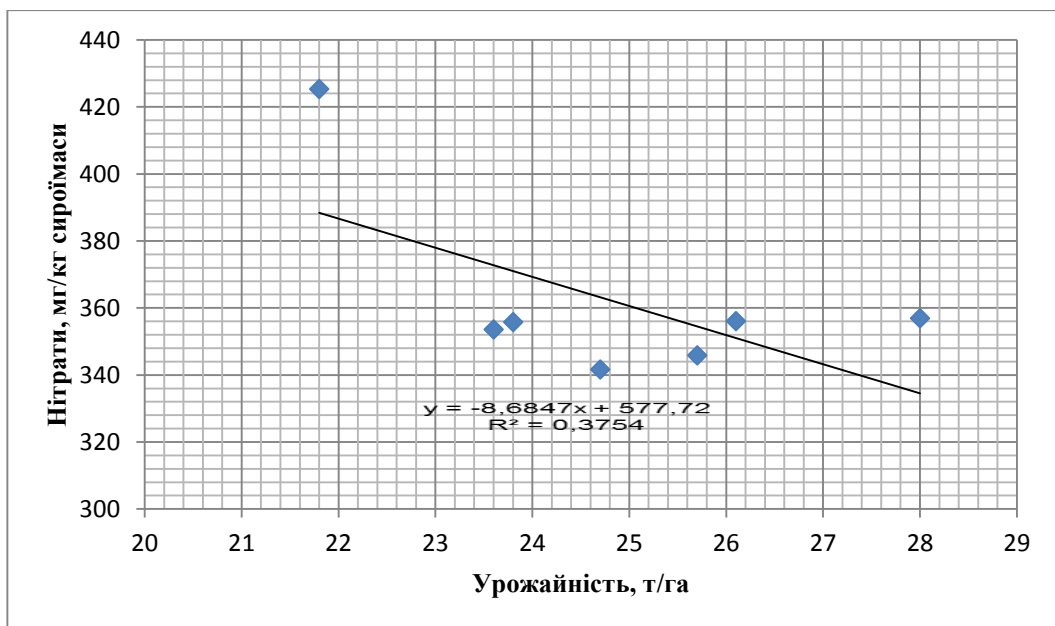


Рис. 6.2 Залежність між урожайністю моркви сорту Нантська і вмістом нітратів у коренеплодах.

Наведені математичні залежності з високим рівнем адекватності (коефіцієнти детермінації дорівнюють 0,354–0,699) вказують на існування сильного прямого лінійного зв'язку між урожайністю моркви посівної та показниками якості. Про щільність зв'язку між цими показниками свідчать також значення коефіцієнтів регресії, які знаходяться на рівні 0,354–0,699.

Математичними рівняннями доведено на прикладі моркви посівної, що зі збільшенням урожайності зменшується вміст вітаміну С та нітратів у коренеплодах. Рівнянням регресії визначено, що з підвищенням вмісту вітаміну С та нітратів на одиницю маси, урожайність моркви буде збільшуватися.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ VI

У шостому розділі кваліфікаційної роботи викладено теоретичне узагальнення та питання застосування біопрепаратів і формування високопродуктивних посівів моркви сортів Нантська і Вітамінна б на основі зменшення техногенного навантаження й отримання продукції з високим вмістом біологічно активних речовин.

1. Аналіз отриманих даних показав, що рослини моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна б розвивалися неоднаково та виявлялися порізними у фазах росту і розвитку залежно від внесених біопрепаратів. Фази росту і технічної стиглості або готовності до збирання у моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна б розпочиналися нерівномірно на 121–129 добу, і довшими були у контролі та за внесення Солютину і Хлорели – 128–129 діб, а коротшими – за внесення біопрепарату Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин+Фітохелп – 121–125 діб.

2. Доведено, що рослини моркви посівної різнилися за висотою у порівнянні до контролю. Так, застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для моркви сортів Нантська і Вітамінна б сприяло збільшенню висоти рослин до 49–50 см, що істотно вище контролю на 16–17 см. Дещо нижчими були рослини моркви посівної сорту Нантська за застосування Липосаму і Хлорели 44–47 см, що істотно вище контролю на 11–14 см. Нижчим результатом різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 42–46 см, вище контролю на 8–12 см. Застосування

суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин, їх висота збільшується з 35 см до 43 см і переважає контроль на 10 см.

3. Кількість листків різнилася у рослин моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 у порівнянні до контролю. За застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин + Фітохелп і Липосам кількість листків на рослині сортів моркви посівної була найвищою і складала 10–11 шт./росл., що істотно вище контролю на 4–5 шт./росл. Нижчим результатом різнилися рослини сортів моркви посівної, оброблені препаратом Солютин – 7 шт./росл., що на рівні контролю. Вищим результатом різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий – 10 шт./росл., що вище контролю на 4 шт.

4. Загальна площа листків у моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 у порівнянні до контролю була найвищою за застосування суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп і складала 28,3–28,7 тис. м²/га, що істотно вище контролю на 13,6–14,8 тис. м²/га. Застосування суміші препаратів Солютин + Фітохелп покращує стан рослин за рахунок дії біопрепарату, і площа листків збільшується до 22,3 тис. м²/га, що переважає контроль на 8,4 тис. м²/га. Дещо нижчою була площа листків за застосування інших препаратів та сумішей – 21,8–22,6 тис. м²/га.

5. Вищий показник ЧПФ для моркви посівної отримано за застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий + Фітохелп у сорту Нантська 3,62–3,67 г/м² за добу, у сорту Вітамінна 6 – 3,58–3,69 г/м² за добу відповідно до препарату. У контролі показник становив 2,57 г/м² за добу.

6. Застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп та Солютин+Фітохелп поліпшує ріст рослин моркви посівної і стан пігментної системи, позитивно впливає на кількість хлорофілу *a* та *b*, підвищення вмісту каротиноїдів до 0,41–0,49 мг/г, що вказує на більший ступінь захищеності пігментної системи рослин від надлишку

сонячної радіації та фотоокиснення, вміст каротиноїдів у сорті Нантська досягає рівня 0,43–0,44 мг/г, у сорту Вітамінна 6 – 0,49 мг/г.

7. Застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп сприяло збільшенню маси коренеплоду сортів моркви посівної до 63–64 г, що істотно вище контролю на 9–10 г. Низьку масу коренеплоду мали рослини за застосування Хлорели – 53 г, що нижче контролю на 1 г. Вищим результатом різнилися рослини моркви посівної сорту Нантська, оброблені препаратом Хелпрост овочевий, Солютин+Фітохелп і Липосам – 55–59 г, що вище контролю на 2–7 г. Застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин моркви посівної і маса коренеплоду збільшується з 47–49 г до 58 г, що переважає контроль на 4–7 г.

8. Позитивний вплив на урожайність моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 гарантує внесення біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий + Фітохелп – 26,1–28,6 т/га, що забезпечує зростання врожайності на 2,3–5,8 т/га. Урожайність коренеплодів моркви посівної сорту Нантська за дії препарату Солютин складала 21,8 т/га і була нижчою, ніж у контролі на 2 т/га, та за дію інших препаратів, що підтверджує його негативний вплив на рослини. Застосування суміші біопрепаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин моркви і товарна врожайність збільшується до 26,0 т/га, що переважає контроль на 3,2 т/га.

9. За застосування Хелпрост овочевий і Хелпрост овочевий + Фітохелп показники якості продукції відповідно зростали і залежно від препарату та сорту вміст сухої розчинної речовини у рослинах моркви посівної незалежно від сорту збільшувався і досягав 5,8–6,7 %, цукрів – 6,61–6,79 %, вітаміну С – 5,8–6,7 мг/100 г сирової речовини відповідно.

10. Математична залежність має високий рівень адекватності, оскільки коефіцієнти регресії дорівнюють 0,354–0,699 і вказують на існування сильного лінійного зв'язку між урожайністю моркви посівної та показниками якості.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ VI

1. Болотских А. С. Свекла и морковь. Харьков: Фолио, 2011. 262 с.
2. Гіль Л. С., Пашковський А.І., Сулима Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Вінниця: Нова книга, 2018. Ч. 2. 391 с.
3. Лудилов В.А. Все об овощах М.: ЗАО Фитон, 2011. 424 с.
4. Антрапцева Н. М., І. Г. Пономорьова Пошук шляхів підвищення якості овочевої продукції. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2014. № 6. С. 239–240.
5. Степура М. Ф., Аутко А. А., Позняк О. В., Бохан А. И., Вырко А. Г. Влияние внекорневых подкормок и сортообразцов на урожайность и вынос тяжелых металлов столовыми корнеплодами. Овощеводство: сб. науч. тр. РУП «Институт овощеводства» Национальной академии наук Беларуси. Минск, 2015. Т. 18. С. 236–243.
6. Природоохоронна технологія вирощування овочевих культур у відкритому ґрунті зони північного Лісостепу і Полісся України: навч. посіб. [Дереча О. А., Синецький В. Г., Венгер В. М. та ін.]. Житомир: Полісся, 2013. 208 с.
7. Довідковий матеріал з овочівництва [Сич З. Д., Жук О. Я., Бобось І. М. та ін.]. К., 2014. 178 с.
8. Короткий енциклопедичний словник з овочівництва. [Г. І. Подпрятков, З. Д. Сич, О. Ю. Барабаш, О. Я. Жук, В. В. Хареба]. К.: ННЦ Ін-т аграр. економіки, 2016. 300 с.
9. Мітрохіна Н. В., Г. І. Яровий Урожайність та якість коренеплодів моркви залежно від обробітку насіння мікробними препаратами. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво. 2012. № 2. С. 69–72.

10. Технологія вирощування моркви столової. Рекомендації підготували: д.с.-г.н., проф. Лихацький В. І., Улянич О. І. доценти, дорадники: Щетина С. В., Слободяник Г. Я., Ковтунюк З. І., Тернавський А. Г., Кецкало В. В. Умань, 2013. 10 с.

11. Лысенко А. Ю. Особенности формирования урожая моркови в зависимости от способов возделывания. Молодые ученые – агропромышленному производству Дальнего Востока: сб. науч.тр. молодых ученых Россельхозакадемия. – Владивосток: Дальнаука, 2006. С. 104–106.

12. Лысенко А.Ю., Моисеенко А.А. Формирование урожая моркови в зависимости от условий выращивания. Сибирский Вестник с.-х. науки. 2008. № 3. С. 25–31.

13. Улянич О. І., Кецкало В. В. Урожайність сортів моркви столової в Правобережному Лісостепу. *Зб. наукових праць УНУС*. Умань, 2011. № 76. Ч.1. Агрономія. С. 128–133.

14. Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Філонова О. М., Мельниченко Т. В., Воробйова Н. В. Виробництво овочів і картоплі та перспективи розвитку галузі овочівництва на Черкащині. Міжвідомчий тематичний науковий збірник *Овочівництво і багтанництво*. Харків: Плеяда, 2012. Вип. 58. С. 381–386.

15. Улянич О. І., Лихацький В. І., Щетина С. В., Слободяник Г. Я., Ковтунюк З. І., Тернавський А.Г., Кецкало В.В. Вирощування моркви столової. *Рекомендації виробництву*. Умань, 2013. 15 с.

16. Улянич О.І., Діденко І. А., Кухнюк О.В. Уміст мікроелементів у овочевих коренеплодах. Матеріали VII Міжнародної наукової конференції (Парієві читання). *Селекційно-генетична наука і освіта, присвячується 150-річчю створення факультету агрономії Уманського національного університету садівництва* (19–21 березня 2018 р.). Умань, Сочинський, 2018. С. 273–274.

17. O.I. Ulianych, S.V. Schetyuna, G.Ya. Slobodianyk, A.G. Ternavskiy, O.V.Kuhniuk, I.A. Didenko Ecological Status of Soils and Vegetable Products in

Cherkasy Region. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. 8(3). 10–19. DOI: 10.15421/2018_317. (Web of Seinse).

18. Улянич О. І., Сорока Л. В., Воєвода Л. І., Кухнюк О. В. Застосування біопрепаратів для отримання органічної продукції салатних рослин. *Актуальні питання аграрної науки: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС, 15 листопада 2018 р.* Редкол.: Непочатенко О.О. (відп. ред.). Київ: Основа, 2018. С. 176–178.

19. Стефанюк Г. С., Залецька О. Ю., Кунинець Р. І., Стефанюк С. В., Колодій А. М. Вміст нітратів у плодоовочевій продукції. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2014. № 16. С. 344–347.

Матеріали розділу УІ висвітлені у друкованих працях: 16, 17.

РОЗДІЛ 7

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ, ВНЕСЕНИХ АБСОРБЕНТІВ І БІОПРЕПАРАТІВ

7.1. Економічна ефективність вирощування овочів і картоплі залежно від вмісту важких металів

Однією з основних умов економічного зростання суспільства є гармонійний розвиток агропромислового комплексу, повноцінне забезпечення потреб населення в аграрній продукції [1–4].

Аграрний сектор має великий економічний потенціал, де зосереджено значний обсяг виробничих фондів. Саме поліпшення використання яких є важливим завданням сьогодення. Ефективність, яка є відношенням маси виробленої продукції до витрат на вирощування, повинна об'єктивно спрямовуватися до максимуму, оскільки рівень працівників невинно зростає, а умови аграрного виробництва під впливом науково-технічного прогресу постійно вдосконалюються [5, 6, 7].

Основним завданням аграрного сектору економіки є забезпечення подальшого зростання і сталості виробництва для повнішого задоволення потреб населення у овочевій продукції, а переробної промисловості – у сировині. Досягнення цієї мети вимагає насамперед вирішення продовольчої проблеми на основі підвищення економічної ефективності аграрного виробництва.

Економічна ефективність виробництва овочів і картоплі передбачає одержання максимальної кількості продукції з 1 га земельної площі за найменших затрат праці і коштів на виробництво одиниці овочевої продукції. Економічна ефективність виробництва овочів визначається використанням натуральних і вартісних показників [1,2,3,7].

Обсяг виробництва товарної овочевої продукції повинен визначатися попитом на них як в Україні, так і на зовнішньому ринку.

До показників економічної ефективності відносять: собівартість, яка характеризується рівнем виробничих витрат на гектар площі. Структура собівартості овочів має більшу частку витрат з оплати праці, вартості насіння, утримання основних засобів виробництва, управління [3, 4, 5].

Для економічної оцінки потрібні показники: урожайність культури, ціна її реалізації, затрати на вирощування. За рахунок вищевказаних показників вираховується собівартість однієї тонни продукції, умовно чистий прибуток та рівень рентабельності.

Собівартістю продукції називають грошові вирази сукупних матеріальних і грошових витрат на виробництво овочів і реалізацію одиниці продукції. Величина собівартості продукції окремого овоча впливає на умовно чистий прибуток та рентабельність його виробництва. Відомо, що чим меншою є собівартість одиниці продукції, тим вищим є рівень рентабельності виробництва.

Умовно чистий прибуток визначається як різниця між грошовою виручкою від реалізації товарної продукції та затратами на її виробництво і реалізацію. Оцінка рівня рентабельності залежить від відношення умовно чистого прибутку до собівартості продукції.

Розрахунок економічної ефективності вирощування овочів зроблено на основі технологічних карт на вирощування певного виду. Економічна ефективність вирощування овочів і картоплі залежно від вмісту важких металів показана в таблиці 7.1.

Аналіз отриманих даних показав, що найвищу вартість продукції з одиниці площі отримали за вирощування цибулі ріпчастої і капусти білоголової за рахунок вищої закупівельної ціни – 135600 і 173200 грн./га.

Таблиця 7.1

**Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування овочів
і картоплі залежно від вмісту важких металів**

Показник	Морква посівна	Буряк столови й	Картопля	Цибуля ріпчаста	Капуста білоголова
Врожайність, т/га	24,7	32,9	34,4	33,9	43,3
Ціна 1 т продукції, грн.	4000	2000	1200	4000	4000
Вартість продукції у цінах реалізації, грн/га	98800	65800	41280	135600	173200
Матеріально- грошові витрати на виробництво, грн/га	48511	39018	21523	51719	62511
Собівартість грн./т	1440	1363	1044	1462	1572
Умовна сума чистого прибутку, грн/га	50289	26782	19757	83881	110689
Рівень рентабельност і %	104	69	92	162	177
Коефіцієнт біоенергетичн ої ефективності	3,1	4,3	5,1	4,0	3,0

Собівартість одиниці продукції з підвищенням врожайності овочів знижувалася і вищою була у цибулі ріпчастої і капусти білоголової – 1462–1572 грн/т.

Вищу суму умовно чистого прибутку отримано у цибулі ріпчастої і капусти білоголової 83881–110689 грн/га.

Рівень рентабельності вирощування цибулі ріпчастої і капусти білоголової складає 162–177 %. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності – 4,0–3,0 відповідно.

7.2. Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування шпинату городнього залежно від форми внесеного абсорбенту

Розрахунок економічної ефективності вирощування шпинату городнього залежно від форми внесених абсорбентів у відкритому ґрунті зроблено на основі технологічної карти вирощування сортів Матадор і Малахіт (табл. 7.2 і 7.3).

Аналіз показників таблиці 7.2 показав, що у порівнянні з контролем, найвища врожайність і вартість продукції отримана у шпинату городнього сорту Матадор за внесення препарату фірми Максимарин у вигляді гелю 120800 грн/га і гранул – 93600 грн./га.

Витрати на вирощування шпинату городнього низькими були у контролі, де препарати не вносили – 47415 грн./га. У варіантах, де вносили препарати, враховувалася вартість препарату, затрати на їх внесення та затрати на збирання додаткового врожаю, тому витрати праці збільшилися до 48520–50541 грн/га.

Таблиця 7.2

**Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування
шпинату городнього сорту Матадор залежно від внесеного абсорбенту**

Показники	внесення абсорбен	Таблетки	Гель	Гранули	Бетоніт	Калій	Середні гранули	Дрібні гранули
Врожайність, т/га	15,6	18,0	25,6	21,8	18,1	22,1	19,0	25,3
в т.ч. додаткова до контролю	0	+2,4	+10,0	+6,2	+2,5	+6,5	+3,4	+9,7
Ціна 1 т продукції, грн.	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Вартість продукції в цінах реалізації, грн./га	62400	72000	102400	87200	72400	88400	76000	101200
Матеріально- грошові витрати на виробництво, грн/га	47415	49228	50541	49517	48520	49116	46838	50733
Собівартість грн./т	1439	1365	1248	1467	1576	1249	1634	1279
Умовна сума чистого прибутку, грн/га	14985	22772	51859	37683	23880	39284	29162	50467
Рівень рентабельності, %	32	46	103	76	50	80	63	100
Коефіцієнт біоенергетичної ефективності	2,8	2,9	3,2	3,1	2,9	3,0	2,9	3,2

Найвищу суму прибутку отримано у сорту Матадор від внесення препарату фірми Максимарин у вигляді гелю і гранул, що становило відповідно 49517 і 50541 грн/га.

Рентабельність від застосування нових препаратів для сорту Матадор збільшувалася до 76–103 %.

Біоенергетична оцінка показала, що коефіцієнт був більше одиниці це свідчить про високу ефективність вирощування шпинату городнього – 2,9–3,2.

Таким чином, за результатами досліджень можна рекомендувати внесення абсорбенту фірми Максимарин у вигляді гелю і гранул і фірми Еко – абсорбент з дрібними гранулами.

Економічна ефективність вирощування шпинату городнього сорту Малахит показана в таблиці 7.3.

Аналіз отриманих показників свідчить, що у порівнянні з контролем, вища врожайність і вартість продукції спостерігалася у сорту шпинату городнього Малахит за внесення препарату фірми Максимарин у вигляді гелю і гранул та фірми Еко – абсорбент з калієм – 109200, 97600 і 92800 грн/га відповідно.

Матеріально-грошові витрати на виробництво шпинату городнього нижчі були у контролі, де препарати не вносили на рівні 47410 грн./га. За внесення препаратів враховували його вартість, витрати на внесення та на збирання врожаю, тому матеріально-грошові витрати на виробництво збільшилися до 47936–62418 грн./га.

Вищу суму чистого прибутку отримано у сорту Малахит за внесення препарату фірми Максимарин у вигляді гелю 46782 грн/га і фірми Еко – абсорбент з калієм, що становило відповідно 37822 грн/га.

Рівень рентабельності від застосування нових форм абсорбентів для сорту Малахит збільшувалася від 64 до 75 %.

Отже, результати економічних розрахунків показав, що можна рекомендувати вносити абсорбенти фірми Максимарин у вигляді гелю і гранул та фірми Еко – абсорбент з калієм.

Одержаний експериментальний матеріал дає підставу стверджувати, що в нинішніх умовах господарювання найбільш вигідним є вирощування сорту Малахит за застосування абсорбенту у вигляді гелю і гранул, що забезпечує формування найвищого чистого прибутку та найвищого рівня

рентабельності.

Таблиця 7.3

**Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування
шпинату городнього сорту Малахит залежно від внесеного абсорбенту**

Показники	внесення абсорбен	Таблетки	Гель	Гранули	Бетоніт	Калій	Дрібні гранули	Середні гранули
Врожайність, т/га	19,3	19,6	27,3	24,4	19,2	23,2	18,2	19,1
в т.ч. додаткова до контролю	+3,7	+4,0	+11,7	+8,8	+3,6	+7,6	+2,6	+3,5
Ціна 1 т продукції, грн.	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Вартість продукції в цінах реалізації, грн./га	77200	78400	109200	97600	76800	92800	72800	76400
Матеріально-грошові витрати на виробництво, грн/га	47410	47936	62418	58618	47921	54978	47138	47330
Собівартість грн./т	1780	1860	1179	1458	1128	1399	1408	1182
Умовна сума чистого прибутку, грн/га	29790	30464	46782	38982	28879	37822	25662	29070
Рівень рентабельності, %	63	64	75	67	61	69	55	62
Коефіцієнт біоенергетичної ефективності	2,8	2,8	3,1	3,0	2,8	3,0	2,8	2,8

**7.3 Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування
бураку столового за застосування біопрепаратів**

Економічну ефективність застосування біопрепаратів у вирощуванні бураку столового вираховують за рахунок визначення

собівартості, що характеризується рівнем виробничої діяльності і визначається в кінці як результат виробництва. В останні роки виробничі витрати на гектар посівів буряку столового суттєво збільшилися. І у структурній системі собівартості продукції найбільшу частку витрат має оплата праці, вартість насіння, утримання основних засобів, організація виробництва і управління.

Різницю у витратах на збирання продукції, що викликана отриманням більшого урожаю, ніж у контролі, повністю обґрунтовано додатковими розрахунками. Економічна ефективність вирощування буряку столового сорту Делікатесний показано в таблиці 7.4.

Застосування біопрепаратів для сортів буряку столового у порівнянні з контролем дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку. Так, внесення препарату Хелпрост овочевий під буряк столовий сорту Делікатесний сприяло підвищенню умовної суми чистого прибутку від 48 653 грн/га до 83 318 грн/га.

Застосування під буряк столовий сорту Делікатесний бакової суміші препаратів Хелпрост овочевий +Фітохелп сприяло отриманню умовної суми чистого прибутку 93603 грн/га. Низьку суму чистого прибутку отримано за внесення препарату Солютин – 28 884 грн/га, що нижче показника у контролі на 19 769 грн/га.

Вищу суму чистого прибутку отримано за внесення препарату Солютин+Фітохелп – 59 845 грн/га, що вище показника у контролі на 11 192 грн/га. Нижчу суму чистого прибутку отримано за внесення препарату Липосам – 59 109 грн/га, що вище показника у контролі на 10 456 грн/га та Хлорела – 55 856 грн/га, що вище показника у контролі на 7 203 грн/га

Рентабельність застосування нових форм препаратів досягла – 50–151 %. Найвищу рентабельність отримано за внесення суміші препаратів Хелпрост овочевий +Фітохелп – 151 %, що вище показника у контролі на 70 %.

\Таблиця 7.4

**Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування
буряку столового сорту Делікатесний за застосування біопрепаратів**

Показники	Контроль	Хелпрост овочевий	Хелпрост+ овочевий Фітохелп	Солютин	Солютин+ Фітохелп	Липосам	Хлорела
Урожайність, т/га	43,6	58,0	62,2	34,9	48,2	47,9	46,2
у т.ч. додаткова	0	14,4	18,6	-8,7	4,6	10,9	2,6
Ціна реалізації 1 т продукції, грн	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Вартість валов.п родукції у цінах реалізації, грн/га	10900 0	145000	155500	87250	12050 0	11975 0	11550 0
Матеріально- грошові витрати, грн./га	60347	61682	61897	58366	60655	60641	59644
Собівартість 1 т, грн	1557	1551	1524	1571	1553	1562	1552
Умовна сума чистого прибутку, грн/га	48653	83318	93603	28884	59845	59109	55856
Рівень рентабель ності, %	81	135	151	50	99	98	94
Коефіцієнт біоенергетичної ефективності	3,1	4,3	5,1	3,0	3,9	3,9	3,8

Низьку рентабельність отримано за внесення препарату Солютин – 50 %, що нижче показника у контролі на 31 %. Внесення препарату Солютин з препаратом Фітохелп поліпшило стан рослин і рентабельність зросла до 99 %.

Застосування під буряк столовий сорту Делікатесний бакової суміші препаратів Хелпрост, Хелпрост+Фітохелп сприяло отриманню найвищого коефіцієнта біоенергетичної ефективності – 4,3–5,1.

Різницю у витратах на збирання продукції, що викликана отриманням більшого урожаю, ніж у контролі, повністю обґрунтовано додатковими розрахунками. Економічна ефективність вирощування буряку столового сорту Червона куля показано у таблиці 7.5.

Застосування різних біопрепаратів у відкритому ґрунті для буряку столового сорту Червона куля у порівнянні з контролем дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку. Внесення препарату Хелпрост овочевий під буряк столовий сорт Червона куля сприяло підвищенню умовної суми чистого прибутку від 41403 грн/га до 69068 грн/га.

За внесення під буряк столовий сорту Червона куля бакової суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп отримано умовну суму чистого прибутку 88353 грн/га. Нижчу суму чистого прибутку на рівні контролю отримано за внесення препарату Солютин – 41403 грн/га.

Вищу суму чистого прибутку отримано у сорту Червона куля за внесення суміші препаратів Солютин+Фітохелп – 57595 грн/га, що вище показника у контролі на 16192 грн/га. Нижчу суму чистого прибутку отримано за внесення препарату Липосам – 56106 грн/га, що вище показника у контролі на 67438 грн/га та Хлорела – 14706 грн/га.

Рентабельність застосування нових біопрепаратів досягала 84–117 %. Найвищу рентабельність отримано у буряку столового сорту Червона куля за внесення суміші препаратів Хелпрост овочевий +Фітохелп – 117 %, що вище показника у контролі на 33 %.

Низьку рентабельність отримано за внесення препарату Солютин – 84 %, що на рівні показника у контролі. Внесення препарату Солютин разом з препаратом Фітохелп поліпшило стан рослин і рентабельність зросла до 97 %.

Таблиця 7.5

**Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування
буряку столового сорту Червона куля за застосування біопрепаратів**

Показники	контроль	Хелпрост овочевий	Хелпрост овочевий + Фітохелп	Солютин	Солютин+ Фітохелп	Липосам	Хлорела
Урожайність, т/га	36,3	52,3	65,7	36,3	46,9	45,9	45,8
У т.ч. додаткова	0	16,0	29,4	0	10,6	9,6	9,5
Ціна реалізації 1 т продукції, грн	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Вартість валової продук ції в цінах реалізації , грн/га	90750	130750	164250	90750	117250	114750	114500
Матеріально- грошові витрат и, грн./га	49347	61682	75897	49347	59655	58641	58634
Собівартість 1 т, грн	1557	1551	1524	1571	1553	1562	1552
Умовна сума чистого прибутку, грн/га	41403	69068	88353	41403	57595	56109	55866
Рівень рентабел ьності, %	84	112	117	84	97	96	95
Коефіцієнт біоенергетично ї ефективності	3,3	4,5	5,4	3,0	4,1	4,1	3,9

Застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп для буряку столового сорту Червона куля дало можливість отримати вищий рівень

рентабельності 97 %. Вищу рентабельність отримано за внесення препаратів Ліпосам і Хлорела – 95–96 %, що вище показника у контролі на 11–12 %.

Коефіцієнт біоенергетичної ефективності був більше одиниці, що свідчить про ефективність вирощування буряку столового 3,3–5,4.

7.4 Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування моркви посівної за застосування біопрепаратів

Економічну ефективність застосування біопрепаратів у вирощуванні моркви посівної сорту Нантська враховують за рахунок визначення собівартості, що характеризується рівнем виробничої діяльності і визначається в кінці як результат виробництва. В останні роки виробничі витрати на гектар посівів моркви суттєво збільшилися. І у структурній системі собівартості продукції найбільшу частку витрат має оплата праці, вартість насіння, утримання основних засобів, організація виробництва і управління.

Різницю у витратах на збирання продукції, що викликана отриманням більшого урожаю, ніж у контролі, повністю обґрунтовано додатковими розрахунками. Економічна ефективність вирощування моркви посівної сорту Нантська показана в таблиці 7.6.

Застосування різних біопрепаратів у відкритому ґрунті для моркви посівної сорту Нантська у порівнянні з контролем дозволило отримати вищу суму умовно чистого прибутку. Так, внесення препарату Хелпрост овочевий під моркву посівну сорту Нантська сприяло підвищенню умовної суми чистого прибутку від 19153 грн/га до 23568 грн/га.

Застосування під моркву посівну сорту Нантська препарату Хелпрост овочевий + Фітохелп сприяло отриманню умовної суми чистого прибутку 28103 грн/га. Низьку суму чистого прибутку отримано за внесення препарату Солютин – 13134 грн/га, що нижче показника у контролі на 6019 грн/га.

Таблиця 7.6

**Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування моркви
столової сорту Нантська за застосування біопрепаратів**

Показники	контроль	Хелпрост овочевий	Хелпрост овочевий + Фітохелп	Солютин	Солютин+ Фітохелп	Липосам	Хлорела
Урожайність, т/га	23,8	26,1	28,0	21,8	25,7	24,7	23,6
у т.ч. додаткова	0	2,3	4,2	-2,0	1,9	0,9	-0,2
Ціна реалізації 1 т продукції, грн	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Вартість валової продукції в цінах реалізації, грн/га	59500	65250	70000	54500	64250	61750	59000
Матеріально- грошові витрати, грн./га	40347	41682	41897	41366	42655	42641	42644
Собівартість 1 т, грн	1557	1551	1524	1571	1553	1562	1552
Умовна сума чистого прибутку, грн/га	19153	23568	28103	13134	21595	19109	16356
Рівень рентабельності, %	48	57	67	32	51	45	38
Коефіцієнт біоенергетичної ефективності	3,3	3,5	3,7	3,0	3,5	3,5	3,5

Вищу суму чистого прибутку отримано за внесення препарату Солютин+Фітохелп – 21595 грн/га, що вище показника у контролі на 129 950 грн/га. Нижчу суму чистого прибутку отримано за внесення препарату

Липосам – 19109 грн/га, що вище показника у контролі на 124 206 грн/га та Хлорела – 16356 грн/га.

Рентабельність застосування нових форм препаратів для моркви посівної сорту Нантська досягла 32–67 %. Найвищу рентабельність для моркви посівної сорту Нантська отримано за внесення суміші препаратів Хелпрост овочевий +Фітохелп – 67 %, що вище показника у контролі на 19 %. Низьку рентабельність у моркви посівної сорту Нантська отримано за внесення препарату Солютин – 32 %, що нижче показника у контролі на 16 %. Внесення препарату Солютин з препаратом Фітохелп поліпшило стан рослин моркви посівної сорту Нантська і рентабельність зросла до 51 %.

Застосування суміші препаратів Хелпрост+Фітохелп для моркви посівної сорту Нантська дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку– 28103 грн/га. Найвищу рентабельність отримано за внесення суміші препаратів Хелпрост+Фітохелп – 67 %, що вище показника у контролі на 19 %. Низьку рентабельність отримано за внесення препарату Солютин – 32 %, що нижче показника у контролі на 16 %. Внесення препарату Солютин з препаратом Фітохелп поліпшило стан рослин і рентабельність зросла до 51 %, Кбе – до 3,5–3,7.

Економічна ефективність вирощування моркви посівної сорту Вітамінна 6 показана в таблиці 7.7.

Застосування різних біопрепаратів у відкритому ґрунті для моркви посівної сорту Вітамінна 6 у порівнянні з контролем дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку. Так, внесення препарату Хелпрост овочевий під моркву посівну сприяло підвищенню умовної суми чистого прибутку від 16653 грн/га до 29603 грн/га.

Застосування під моркву посівну сорту Вітамінна 6 бакової суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп сприяло отриманню умовної суми чистого прибутку 29603 грн/га. Низьку суму чистого прибутку отримано від внесення препарату Солютин – 10884грн/га, що нижче показника у контролі на 19019 грн/га.

Таблиця 7.7

**Економічна ефективність та біоенергетична оцінка вирощування моркви
посівної сорту Вітамінна 6 за застосування біопрепаратів**

Показники	контроль	Хелпрост овочевий	Хелпрост овочевий + Фітохелп	Солютин	Солютин+ Фітохелп	Ліпосам	Хлорела
Урожайність, т/га	22,8	25,4	28,6	20,9	26,0	24,5	23,5
В т.ч. додаткова	0	2,6	5,8	-1,9	3,2	1,7	0,7
Ціна реалізації 1 т продукції, грн	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Вартість валової продукції в цінах реалізації, грн/га	57000	63500	71500	52250	65000	61250	58750
Матеріально- грошові витрати, грн./га	40347	41682	41897	41366	42655	42641	42644
Собівартість 1 т, грн	1557	1551	1524	1571	1553	1562	1552
Умовна сума чистого прибутку, грн/га	16653	21818	29603	10884	22345	18609	16106
Рівень рентаб- ті, %	41	52	71	26	52	44	38
Коефіцієнт біоенергетично ї ефективності	3,1	3,4	3,6	3,0	3,4	3,4	3,4

Високу суму чистого прибутку розраховано за внесення препарату Солютин+Фітохелп – 22345 грн/га, що вище показника у контролі на

5950 грн/га. Низьку суму чистого прибутку розраховано від внесення препарату Липосам – 18609 грн/га, що вище показника у контролі на 24206 грн/га та Хлорела – 16106грн/га.

Рентабельність застосування нових форм препаратів досягла – 26–71 %. Високий рівень рентабельності виробництва отримано від обробки сумішшю препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп – 71 %, що вище показника у контролі на 30 %.

Низьку рентабельність отримано від внесення препарату Солютин – 26 %, що нижче показника у контролі на 15 %. Обробка рослин препаратом Солютин разом з препаратом Фітохелп покращило стан моркви посівної сорту Вітамінна 6 і рівень рентабельності зріс до 52 %.

Застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий +Фітохелп для моркви столової сорту Вітамінна 6 дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку – 29603 грн/га.

Найвищий рівень рентабельності отримано від внесення бакової суміші препаратів Хелпрост овочевий + Фітохелп – 71 %, що вище показника у контролі на 30 %. Низьку рентабельність отримано від внесення препарату Солютин – 32 %, що нижче показника у контролі на 15 %. Застосування біопрепарату Солютин разом з біопрепаратом Фітохелп поліпшило стан рослин і рівень рентабельності зріс до 52 %, Кбе – до 3,4–3,6.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ VII

1. Доведено, що досить ефективним є вирощування овочів і картоплі вищу суму умовно чистого прибутку отримано у у цибулі ріпчастої і капусти білоголової – 83881– 110689 грн/га.

2. Рівень рентабельності вирощування цибулі ріпчастої і капусти білоголової складає 162–177 %. Коефіцієнт біоенергетичної ефективності був більше одиниці, що свідчить про ефективність вирощування овочевих рослин – 4,0–3,0.

3. Застосування різних форм абсорбентів для шпинату городнього у порівнянні з контролем дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку по сортам і за внесення препарату фірми Максимарин у вигляді гелю і фірми Еко – абсорбент з дрібними гранулами, що становило у сорту Матадор відповідно 51859 і 50467 грн/га., у сорту Малахит за внесення препарату фірми Максимарин у вигляді гелю 46782 грн/га і фірми Еко абсорбент з калієм – 37822 грн/га. Рентабельність застосування нових препаратів для сорту Матадор досягла 75 %, сорту Малахит – 69–75 %, Кбе – 3,0–3,2.

4. Застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для буряку столового сорту Делікатесний дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку – 93603 грн/га, сорту Червона куля – 88353 грн/га.

5. Найвищу рентабельність отримано за внесення суміші препаратів Хелпростовочевий +Фітохелп під буряк столовий сорту Делікатесний 151 %, сорту Червона куля – 117 %, що вище показника у контролі на 33 %. Внесення препарату Солютин разом з препаратом Фітохелп поліпшило стан рослин і рентабельність становила 97–99 %, Кбе – 3,9–4,1.

6. Застосування бакової суміші біопрепаратів Хелпростовочевий +Фітохелп для моркви посівної сорту Нантська дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку – 28103 грн/га, сорту Вітамінна 6 – 29603 грн/га.

7. Найвищий рівень рентабельності отримано за внесення суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп у сорту Нантська – 67 %, сорту Вітамінна 6 – 71 %, що вище показника у контролі на 30 %. Застосування

біопрепарату Солютин разом з біопрепаратом Фітохелп поліпшило стан рослин і рівень рентабельності зріс до 51–52 %, Кбе – до 3,4–3,7.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ЛІТЕРАТУРИ ДО РОЗДІЛУ VII

1. Вітвіцький В. В. Системність в оцінці продуктивності. Науково-практичний збірник. Продуктивність агропромислового виробництва. 2005. №2. С.3–15.
2. Кавецький І. Й. Україна і світові агропродовольчі ринки (суспільно-географічне дослідження). Автореф. дис.... канд. географічних наук. К.: Інститут географії НАН, 1999. 20 с.
3. Мертенс В.П. Економіка сільського господарства. К.: Урожай, 1995. С. 248–253.
4. Носенко Ю. Проблем багато без шпинату. Агробізнес сьогодні. 2007. №5. С. 36–39.
5. Семенда Д. К. Економіка підприємства. Умань, 2006. 230с.
6. Царенко О. М., Несветов О. О., Кадацький М. О. Основи екології та економіка природокористування. Суми, 2001. 64–67с.
7. Попович С. Результативність виробництва визначають умови праці. Охорона праці. 2006. №2. С. 10 – 12.
8. Прогресивні технології та нормативи витрат на вирощування овочевих культур [Д. І. Мазоренко, Л. М. Тіщенко, Г. Є. Мазнівтаін.]; за ред. П. Т. Саблука та ін. [2-ге вид.]. Х.: Майдан, 2012. 339 с.
9. Саблук П. Т., Мазоренко Д. І., Мазнів Г. Є. Технологія та нормативи витрат на вирощування овочевих культур. К.: ННЦ ІАЕ, 2012. 340 с.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано, експериментально розроблено, перевірено і узагальнено ефективність інноваційних елементів технології та віднайдено нові підходи до вирощування овочів і картоплі на забруднених радіонуклідами територіях з використанням високоврожайних сортів, застосуванням абсорбентів і біопрепаратів, що є актуальним у Правобережному Лісостепу України та дозволило зробити наступні висновки:

1. Доведено, що на сьогодні рівень забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області не перевищує допустимих норм і фактично є меншим у декілька разів порівняно з 90-ми роками минулого століття, а концентрація іонізуючих радіонуклідів у ґрунтах Черкаської області найбільшою спостерігалася у Канівському районі, де рівень Цезію-137(¹³⁷Cs) досягав $13,6 \times 10^{-3}$ Кі/км², Стронцію-90 (⁹⁰Sr) – $3,5 \times 10^{-3}$ Кі/км².

2. Упродовж періоду досліджень кількість важких металів у ґрунті, зокрема Цезію-137 (¹³⁷Cs), поступово зменшується у Чигиринському та Черкаському районах на $1,2 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $2,1 \times 10^{-3}$, у Канівському – на $2,3 \times 10^{-3}$ Кі/км². Вміст Стронцію-90 (⁹⁰Sr) знижується у Чигиринському та Черкаському районах на $0,7 \times 10^{-3}$ Кі/км², в Уманському – на $1,0 \times 10^{-3}$, у Канівському – на $1,1 \times 10^{-3}$ Кі/км². Встановлено, що найбільше акумулює ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr капуста білоголова і картопля, менше накопичують столові коренеплоди – буряк столовий і морква посівна.

3. Визначено, що вміст нітратів у овочах і картоплі був у межах НТД. Нижчим показником відрізнялися цибуля ріпчаста і картопля, у яких кількість нітратів з роками поступово знижувалася відповідно до зниження вмісту у ґрунті радіонуклідів. Високі показники серед досліджуваних культур мав буряк столовий, однак їх кількість зменшувалася за роками досліджень.

4. З'ясовано, що застосування різних форм абсорбентів фірми Максимарин для шпинату городнього у вигляді гелю і гранул сприяло швидшому проростанню насіння, посилювало ріст і розвиток рослин за

рахунок збільшення кількості листків у сорту Матадор до 22 шт./роsl., у сорту Малахїт – 23 шт./роsl., площі листка – 112,5–113,1 см² та 34,2–38,1 тис. м²/га, обумовлювало збільшення маси рослини до 171–178 г і врожайності товарної продукції до 21,8–27,3 т/га. Цінність овочів визначається якістю і у шпинату городнього сортів Матадор і Малахїт за застосування гелю і гранул спостерігався вищий вміст сухої розчинної речовини залежно від сорту 6,1–6,7 %, вищий вміст цукрів – 2,9–3,3 %, вміст вітаміну С – 62–64 мг/100 г, що більше контролю.

5. Доведено, що довжина черешка у селери незалежно від сорту більшою спостерігалася за застосування гранул – 30,2–34,4 см та гелю – 34,6–34,8 см. Високою урожайністю відзначився сорт Анїта за застосування гелю – 43,5 т/га і гранул – 41,6 т/га, що дало додатково 8,9–10,5 т/га. Рівняннями регресії підтверджено, що із збільшенням довжини та діаметру черешка, маси надземної частини рослини, відповідно, збільшується і врожайність ($R^2 = 0,6768–0,9173$). Встановлено, що спостерігається сильний позитивний кореляційний зв'язок між масою рослини і кількістю листків ($r = 0,90$), масою рослини і діаметром розетки ($r = 0,79$), врожайністю і вегетативною масою рослини ($r = 0,85$). У кількісному виразі за факторами по врожайності HP_{05} становив 0,02–0,03, що вказує на достовірні значення між їх повтореннями і варіантами.

6. Установлено, що застосування бакової суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 сприяло збільшенню висоти рослин до 49–50 см, що істотно вище контролю на 16–17 см. Дещо нижчими були рослини моркви посівної сорту Нантська від застосування Липосаму і Хлорели 44–47 см, що істотно вище контролю на 11–14 см. Нижчим результатом різнилися рослини, оброблені препаратом Хелпрост овочевий– 42–46 см, вище контролю на 8–12 см. Застосування суміші препаратів Солютин+Фітохелп покращує стан рослин і їх висота збільшується з 35 см до 43 см і переважає контроль на 10 см.

7. Визначено, що кількість листків різнилася у рослин буряку столового і моркви посівної у порівнянні до контролю. Від застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп, Солютин+Фітохелп і Липосам кількість листків на рослині була найвищою і складала 10–11 шт./роsl., що вище контролю на 4–5 шт./роsl.

8. Розраховано, що загальна площа листків у буряку столового і моркви посівної у порівнянні до контролю була найвищою від застосування бакової суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий+ Фітохелп 28,3–28,7 тис. м²/га, що істотно вище контролю на 13,6–14,8 тис. м²/га. Дещо нижчою була площа листків у результаті застосування інших препаратів та сумішей – 21,8–22,6 тис.м²/га. Вищий показник ЧПФ для моркви отримано від застосування суміші біопрепаратів Хелпрост овочевий, Хелпрост овочевий+Фітохелп – 3,62–3,69 г/м² за добу, що істотно вище контролю (2,57 г/м² за добу) та позитивно впливає на кількість хлорофілу *a* та *b* і вміст каротиноїдів підвищився до 0,41–0,49 мг/г.

9. Доведено, що застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп сприяло збільшенню маси коренеплоду буряку столового до 255–350 г і моркви посівної до 63–64 г, що істотно вище контролю на 9–10 г. Позитивний вплив на урожайність буряку столового виявили препарат Хелпрост овочевий та суміш препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп, застосування яких забезпечує урожайність 52,3–65,7 т/га та моркви посівної сортів Нантська і Вітамінна 6 – 26,1–28,6 т/га. Застосування суміші біопрепаратів Солютин+Фітохелп покращує зовнішній вигляд рослини моркви, стійкість до шкочинних мікроорганізмів, а товарна урожайність збільшується до 26,0 т/га і переважає контроль на 3,2 т/га.

10. Доведено, що показники якості продукції відповідно зростали за використання Хелпрост овочевий і Хелпрост овочевий+ Фітохелп і залежно від препарату та сорту вміст сухої розчинної речовини у рослинах моркви посівної збільшувався і досягав 5,8–6,7 %, цукрів – 6,61–6,79 %, вітаміну С –

5,8–6,7 мг/100 г сирової речовини відповідно. Математична залежність має високий рівень адекватності, оскільки коефіцієнти регресії дорівнюють 0,354–0,699 і вказують на існування сильного лінійного зв'язку між врожайністю моркви і показниками якості.

11. Розраховано економічну ефективність і встановлено, що досить ефективним є вирощування овочів і картоплі на забруднених територіях і вищу суму умовно чистого прибутку отримано за вирощування цибулі ріпчастої і капусти білоголової – 83881– 110689 грн/га, а рівень рентабельності складає 162–177 %. Коефіцієнт біоенергетичної оцінки вище одиниці, що свідчить про ефективність вирощування овочевих рослин 3–4.

12. Встановлено, що застосування абсорбентів у відкритому ґрунті для шпинату городнього у порівнянні з контролем дає можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку за внесення гелю і гранул, що у сорту Матадор відповідало 51859 і 50467 грн/га., у сорту Малахіт – 46782 і 37822 грн/га. Рентабельність застосування нових форм абсорбентів для сорту Матадор досягла 75 %, сорту Малахіт – 69–75 %, Кбе – 3,0–3,2.

13. Доведено, що застосування суміші препаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для буряку столового сорту Делікатесний дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку – 93603 грн/га, сорту Червона куля – 88353 грн/га та вищий рівень рентабельності 151 % і 117 % відповідно, що вище показника у контролі. Кбе – 3,9–4,1. Застосування біопрепаратів Хелпрост овочевий+Фітохелп для моркви посівної сорту Нантська дало можливість отримати вищу суму умовно чистого прибутку – 28103грн/га, сорту Вітамінна 6 – 29603 грн/га, найвищий рівень рентабельності – 67 % і 71 %. Кбе –3,4–3,7.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою отримання високої і стабільної врожайності овочів і картоплі в умовах забруднення ґрунту важкими металами і радіонуклідами у Правобережному Лісостепу України рекомендуємо:

- застосовувати нові високоврожайні сорти;
- застосовувати абсорбенти у формі гелю і гранул, що за рахунок покращення водного режиму ґрунту забезпечить отримання додаткової товарної урожайності;
- застосовувати біопрепарати Хелпрост овочевий та суміш Хелпрост овочевий+Фітохелп для буряку столового і моркви посівної, що забезпечить отримання додаткової товарної урожайності на рівні 52,3–65,7 т/га та 26,1–28,6 т/га і високого прибутку.

ДОДАТКИ

Додаток А

А-1

Гранично допустимі концентрації (ГДК) катіонів важких металів у харчових продуктах, мг/кг

Продукт	Pb	Cd	Hg	Cu	Zn	Sn	As
Овочі і картопля свіжі та свіжоморожені	0,5	0,03	0,02	5	10	-	0,2
Гриби свіжі і консервовані	0,5	0,1	0,05	10	20	-	0,2
Консерви овочеві в скляній, алюмінієвій, цільнотягнутій і металевій тарі	0,5	0,03	0,02	5	10	-	0,2
Консерви овочеві в збірній металевій тарі	1	0,05	0,02	5	10	200	0,2
Картопля, овочі сушені та концентровані*	0,5	0,03	0,02	5	10	-	0,2

Примітка :* У перерахунку на сиру масу

A-2

Класи небезпечності забруднюючих речовин

№ класу	Назва класу	Елемент
I	Високо небезпечні	Hg, Cd, Pb, Zn, As, Se, F
II	Помірно небезпечні	Cu, Co, Ni, Mo, Cr, B, Sb
III	Мало небезпечні	V, W, Mn, Sr, Ba

А-3

Деякі біогеохімічні властивості важких металів

Властивість	Cd	Cu	Hg	Pb	Zn
Біохімічна активність	В	В	В	В	В
Токсичність	В	П	В	В	П
Мінеральна форма розповсюдження	В	Н	В	В	Н
Органічна форма розповсюдження	В	В	В	В	В
Рухомість	В	П	В	В	П
Тенденція до біоконцентрування	В	П	В	В	П
Ефективність накопичення	В	В	В	В	В
Комплексоутворююча здатність	П	В	П	Н	В
Схильність до гідролізу	П	В	П	П	В
Розчинність сполук	В	В	В	В	В

Примітка : Властивість В – висока; П – помірна; Н – низька.

А-4

Значення фону для окремих металів

Метал	Ґрунт (ppm)	Морські води (мг/дм ³)	Прибрежні води (мг/дм ³)	Атмосфера (г/дм ³)	Рослини (ppm s.m.)
Fe	0,2-0,3 *	0,3	10,0	–	–
Mn	150,0-500,0 Δ	0,2	0,02	–	30,0-300,0
Zn	10,0-125,0	0,03-0,14	5,0-70,0	10,0	25,0-150,0
Cu	5,0-15,0	0,01-0,02	0,003	до 4,0	5,0-30,0
Co	3,0-8,0	0,01	! 0,04	–	0,02-1,0
Ni	8,0-10,0	0,02	3,0	–	0,1-5,0
Cr	15,0-60,0	0,02	0,1-10,0	0,10-1,05	0,02-1,0
Cd	0,05-0,7	0,01	0,02-0,1	0,003-0,6	0,05-0,5
Pb	20,0-40,0	0,01-0,04	0,1-0,2	0,1-1,0	0,5-7,0
Hg	0,005-0,2	0,005	0,002	–	–

*Примітки: * – вміст подано у вагових відсотках; Δ – залежно від типу ґрунту (піщаний, глинистий, органічний)*

A-5

Найпоширеніші первинні радіонукліди Землі

Радіонукліди	Період напіврозпаду, рік	Тип розкладу	Поширеність
Уран - 238	$4,5 \cdot 10^9$	альфа	99,28
Уран - 235	$7,1 \cdot 10^8$	альфа	0,714
Торій - 232	$1,4 \cdot 10^{10}$	альфа	100,0
Калій - 40	$1,3 \cdot 10^9$	бета	0,0119
Ваналій - 50	$6 \cdot 10^{15}$	бета	0,25
Рубідій -87	$5 \cdot 10^{10}$	бета	27,19

А -6

**Фізичні характеристики радіонуклідів, які застосовуються у
медицині**

Ізотоп	Період напіврозпаду	Повна гамма-стала рсм ³ / год мКі
Натрій -22	2,62 року	11,89
Натрій -24	15,05 год	18,55
Фосфор-32	14,2 дня	–
Калій -42	12,36 год	1,36
Хром-51	27,8 дня	0,165
Кобальт-58	71, 3 дня	5,47
Залізо-59	45,1 дня	6,25
Мідь -64	12,8 год	1,12
Рубідій-86	18,7 дня	0,55
Стронцій -85	64,0 дня	2,94
Стронцій -87	2,8 год	1,72
Йод-125	60,2 дня	0,002
Йод-131	8,06 дня	2,15
Йод-132	2,26 год	11,55
Золото- 198	2,7 дня	2,3
Ртуть -197	65,0 год	0,109
Ртуть -203	47,0 дня	1,25

А-7

Характеристики екологічно важливих радіонуклідів

№	Радіонукліди	Період напіврозпаду рік	Тип випромінювання		
			Альфа-α	Бета -β	Гамма -γ
	Тритій $^3\text{H}_1$	12,4 роки		+	
	Вуглець ^{14}C	5569 роки		+	
	Калій ^{40}K	1,3 млрд.роки		++	
	Кальцій ^{45}Ca	160 днів		++	++
	Марганець ^{54}Mn	300 днів		++	++
	Стронцій ^{90}Sr	27,7 роки		++	
	Цезій ^{137}Cs	32 роки		++	+
	Радій ^{226}Ra	1600 років	++++		
	Уран ^{238}U	4,5 млрд.років	++++		
	Торій ^{232}Th	13.9 млрд.років	++++		

Примітка: значком (+) позначено випромінювання з малою енергією. Частинка з такою енергією до зупинки іонізує 500-1500 молекул живої речовини. Знак (++) відповідає більшій енергії й утворенню до 6 тис. пар іонів кожною частинкою з такою енергією. А от для енергії (+++) кількість іонізованих молекул досягає 10 тис. і більше. Найбільшу енергію (++++) мають α-частинки, які до зупинки можуть створити аж 100 тис. пар іонів.

A-8

Джерела надходження важких металів у довкілля

Метали	Відходи, в яких метали можуть міститися
Pb	Цемент, пестициди, фабри, лаки, барвники, батарейки, поліграфічна продукція, телевізори та ін. електроприлади, лампи, кольорове скло
Cd	Батарейки, акумулятори, електричний кабель, автомобільні радіатори, цемент, полівінілхлорид, пестициди, кольорове скло
Ni	Батарейки, акумулятори, цемент, пестициди
Hg	Термометри, лампи, батарейки, полівінілхлорид, пестициди, фарби, батарейки, поліграфічна продукція, телевізори, акумулятори
Cr	Цемент, Лаки, фарби, барвники, батарейки, поліграфічна продукція
Zn	Цемент, фармацевтичні і ветеринарні препарати, пестициди, батарейки, акумулятори, лампи, фарби
Cu	Електричний кабель, цемент, автомобільні радіатори, пестициди, лампи, кольорове скло, фарби, лаки, барвники, поліграфічна продукція
As	Барвники, фармацевтичні і ветеринарні препарати, пестициди, поліграфічна продукція

A-9

Важкі метали у складі відходів

Фракції відходів	Метали, які містяться у фракції
Цемент	Zn, Pb, Cu, Ni, Cr, Cd, As
Фармацевтичні й ветеринарні препарати	Zn, As
Полівінілхлорид	Hg, Cd
Пестициди	Hg, Cu, Pb, As, Zn, Cd, Ni
Фарба, лаки	Pb, Cr, As, Hg, Cu, Zn
Батарейки	Pb (PbSO ₄), Cr (Cr ₂ O ₇), Zn, Cd, Ni, Hg, Cr, Hg
Поліграфічна продукція	Pb, Cr, As, Hg, Cu
Телевізори	Pb (у вільній формі), Hg
Акумулятори	Ni, Cd, Pb, Zn
Електроніка	Pb, Cg, Hg
Лампи	Hg, Cu, Ni, Zn, Pb
Кольорове скло	Cu (CuO), Pb (PbO), Cd(CdS*3CdSe)

Додаток Б
Вміст важких металів у овочевій продукції з окремих районів
Черкаської області, мг/кг
(середнє за 2017–2019 рр.)

Район	Овочі	Вміст важких металів				
		Кадмій	Свинець	Мідь	Цинк	Миш'як
Чигиринський район	Морква	0,0015	0,101	1,403	1,437	0,007
	Буряк	0,0015	0,023	1,27	1,647	0,013
	Картопля	0,0016	0,106	0,527	1,317	0,014
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2
Черкаський район	Морква	0,002	0,347	1,747	5,830	0,019
	Буряк	0,002	0,046	0,521	1,183	0,018
	Картопля	0,002	0,277	2,883	5,737	0,019
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2
Уманський район	Морква	0,002	0,243	1,287	8,00	0,018
	Буряк	0,002	0,237	0,723	5,727	0,018
	Картопля	0,002	0,317	0,374	5,827	0,017
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2
Канівський район	Морква	0,002	0,063	0,283	2,530	0,019
	Буряк	0,002	0,305	0,873	5,307	0,018
	Картопля	0,002	0,309	1,396	3,025	0,018
	Норма по НТД	0,5	0,1	5,0	10,0	0,2

Примітка: Норма по НТД згідно Наказу МОЗ України від 13.05.2013 № 368 «Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм» та ДСТУ 7033:2009

Додаток В

В-1

Кількість листків у рослин шпинату городнього у фазу технічної стиглості зелені залежно від дії абсорбенту, шт./роsl.

Сорт фактор А	Препарат фактор В	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	Середнє за 2017–2020 рр.
Матадор	Без внесення абсорбенту(К)*	17	14	15	17	16
	Таблетки	18	16	18	20	18
	Гель	23	17	22	24	22
	Гранули	22	18	21	21	21
	Бетоніт	19	18	18	19	19
	Калій	19	18	19	20	19
	Середні гранули	18	17	18	18	18
	Дрібні гранули	18	17	18	18	18
Малахіт	Без внесення абсорбенту	17	16	18	19	18
	Таблетки	18	18	20	21	19
	Гель	22	20	24	25	23
	Гранули	21	18	23	24	22
	Бетоніт	18	18	20	21	19
	Калій	18	18	22	22	20
	Середні гранули	18	18	20	18	19
	Дрібні гранули	19	17	18	20	18
	<i>НІР₀₅</i>	<i>A 0.60</i> <i>B 1.10</i> <i>AB 1.14</i>	<i>A 0.70</i> <i>B 1.12</i> <i>AB 1.18</i>	<i>A 0.83</i> <i>B 1.15</i> <i>AB 1.22</i>	<i>A 0.82</i> <i>B 1.21</i> <i>AB 1.65</i>	

В-2

Площа листка шпинату городнього залежно від дії абсорбентів, см²

Сорт фактор А	Препарат фактор В	2017	2018	2019	2020	Середнє за 2017–2020 рр)
Магадор	Без абс-бенту	105,4	106,2	101,4	109,6	105,6
	Таблетки	108,1	107,4	111,6	108,7	108,9
	Гель	112,9	109,7	113,8	116,3	113,1
	Гранули	112,1	116,5	115,5	105,4	112,5
	Бетоніт	110,0	109,5	105,6	115,7	110,2
	Калій	112,1	108,7	115,8	113,6	112,4
	Середні гранули	110,5	113,3	115,7	103,4	110,8
	Дрібні гранули	111,4	107,5	112,0	115,9	111,8
Малахіт	Без абс-бенту	106,2	101,8	107,6	108,6	106,0
	Таблетки	104,4	109,8	104,2	101,0	104,8
	Гель	112,2	109,3	113,5	114,6	112,5
	Гранули	108,1	109,2	104,6	113,2	108,9
	Бетоніт	104,3	106,4	105,4	102,5	104,8
	Калій	109,7	111,2	107,7	109,3	109,4
	Середні гранули	108,6	105,9	104,3	115,8	108,5
	Дрібні гранули	105,4	106,7	109,9	100,7	105,6
	<i>НІР₀₅</i>	<i>A 1.55 B 2.15 AB 2.24</i>	<i>A 1.78 B 2.42 AB 2.28</i>	<i>A 1.66 B 3.35 AB 3.42</i>	<i>A 1.80 B 3.28 AB 3.44</i>	

В-3

Загальна площа листків шпинату городнього залежно від дії абсорбентів, см²

Сорт фактор А	Препарат фактор В	2017	2018	2019	2020	Середнє за 2017–2020 рр)
Магадор	Без абс-бенту	24,2	25,7	23,8	24,7	24,6
	Таблетки	28,9	28,2	28,5	30,7	29,1
	Гель	35,7	36,8	36,0	35,7	36,1
	Гранули	34,0	34,2	33,4	35,2	34,2
	Бетоніт	30,3	28,8	31,7	30,5	30,3
	Калій	31,2	31,7	30,4	33,6	31,7
	Середні гранули	29,0	29,2	28,6	29,7	29,2
	Дрібні гранули	29,5	29,2	30,2	28,7	29,4
Малахіт	Без абс-бенту	26,3	26,6	28,3	27,5	27,5
	Таблетки	29,5	28,8	29,4	31,8	29,9
	Гель	38,0	36,9	38,6	39,1	38,1
	Гранули	34,6	35,2	34,5	35,7	34,9
	Бетоніт	30,2	28,7	30,9	30,3	30,0
	Калій	31,5	33,5	31,4	32,7	32,5
	Середні гранули	29,4	30,8	30,7	28,8	29,8
	Дрібні гранули	29,2	28,7	28,8	29,5	29,0
	<i>НІР₀₅</i>	<i>A 1.35 B 2.05 AB 2.14</i>	<i>A 1.33 B 2.32 AB 2.38</i>	<i>A 1.26 B 2.25 AB 3.32</i>	<i>A 1.62 B 2.19 AB 2.25</i>	

В-4

Біометричні показники селери черешкової залежно від сорту та форми гідрогелю
(середнє за 2017-2020 рр.)

Сорт (фактор А)	Форма гідрогелю (фактор В)	Висота рослини, см	Товщина черешка, мм	Кількість черешків, шт/роsl.	Маса надземної частини рослини, г	Площа листків, тис. м ² /га
Монарх	Без гідрогелю (К)*	28,5	14,0	16,0	462	15,6
	Гель	28,3	15,8	14,5	491	15,4
	Таблетка	27,9	14,0	19,4	470	16,9
	Гранули	30,2	15,2	14,5	481	14,9
Аніта	Без гідрогелю	32,2	15,0	17,8	530	13,3
	Гель	34,8	16,2	18,0	567	13,4
	Таблетка	31,0	15,4	19,9	532	14,1
	Гранули	33,4	16,0	18,8	554	15,0
Діамант	Без гідрогелю	30,7	15,2	16,4	496	15,3
	Гель	34,6	14,8	17,4	531	15,4
	Таблетка	31,8	15,4	16,6	508	15,6
	Гранули	34,4	15,6	16,0	521	15,6
НІР ₀₅	<i>фактор А</i>	<i>0,37</i>	<i>0,23</i>	<i>0,26</i>	<i>3,86</i>	<i>0,33</i>
	<i>фактор В</i>	<i>0,43</i>	<i>0,27</i>	<i>0,30</i>	<i>4,46</i>	<i>0,38</i>
	<i>взаємодія АВ</i>	<i>0,74</i>	<i>0,47</i>	<i>0,51</i>	<i>7,73</i>	<i>0,65</i>

Примітка. *(К) – контроль

Додаток Д

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. O. I. Ulianych, S. V. Schetyina, G. Ya. Slobodianyuk, A. G. Ternavskiy, **O. V. Kukhniuk**, I. A. Didenko Ecological Status of Soils and Vegetable Products in Cherkasy Region. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2018. 8(3). 10–19. URL: <https://www.ujecology.com/articles/ecological-status-of-soils-and-vegetable-products-in-cherkasy-region.pdf> (Web of Science).
2. O. Ulianych, V. Yatsenko, I. Didenko, N. Vorobiova, **O. Kukhniuk**, O. Lazariev and S. Tretiakova. Agrobiological evaluation of *Allium ampeloprasum* L. variety samples in comparison with *Allium sativum* L. Cultivars. *Agronomy Research*. 17(X), 2019. URL: <https://doi.org/10.15159/ar.19.192>.
3. Воробйова Н. В., **Кухнюк О. В.**, Прудкий Р. І. Нанотехнології в овочівництві України. VI (21), Issue 179, 2018 Sept. *SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION. Natural and Technical Sciences*. С.13–15
URL: <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21-03>.
4. Улянич О. І, Діденко І. А., **Кухнюк О. В.**, Прудкий Р. І. Урожайність і якість шпинату і селери залежно від форми гідрогелю. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Ч. І. Сільськогосподарські науки. Вип. 93. 2018. С.209–221. DOI 10.31395/2415-8240-2018-93-1-209-221.
5. Кухнюк О. В. Моніторинг забруднення радіонуклідами ґрунтів Черкаської області та їх міграція в овочеву продукцію. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2018. Вип. № 1 (20). Т. 1. С.144–146.

6. Улянич О. І., Щетина С. В., Слободяник Г. Я., Лук'янець О. Д., Воевода Л. І., **Кухнюк О. В.** Сучасний спосіб розмноження цикорію салатного. *Овочівництво і багтанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2019. Вип. 65. С. 54–62.
7. *Olena Ulyanych, Sergey Shchetina, Zoya Kovtunyk, Lilia Voevoda, Igor Didenko, Oksana Kukhniuk* The introduction and yield capacity of garden endive in the Right-Bank Forest steppe of Ukraine. *JOURNAL OF NATIVE AND ALIEN PLANT STUDIES*. № 15. 2019. С. 151–158. DOI: <https://doi.org/10.37555/15.2019.185021>
8. Улянич О. І., Ковтунюк З. І., Яценко В. В., **Кухнюк О. В.** Акумулявання радіонуклідів Цезію-137 і Стронцію-90 у картоплі і овочах, вирощених на Черкащині. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Ч.І. Сільськогосподарські науки. Вип. 96. 2020. С.467–478. DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-467-478.
9. Кухнюк О. В. Дослідження акумуляції важких металів сільськогосподарською продукцією Черкаської області. *Таврійський науковий вісник*. Вип.115. Серія: Сільськогосподарські науки. 2020. С.97–102.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Улянич О. І., Діденко І. А., **Кухнюк О. В.** Уміст мікроелементів у овочевих коренеплодах. *Селекційно-генетична наука і освіта: матеріали VII Міжнародної наукової конференції, присвяченої 150-річчю створення факультету агрономії Уманського національного університету садівництва: (Парієві читання) (м. Умань, 19–21 березня 2018 р.)*. Умань, 2018. С. 273–274.
11. Улянич О. І., **Кухнюк О. В.** Органічна овочева продукція, вирощена на фоні забруднення ґрунтів у Черкаській області. *Технологічні аспекти*


- вирощування часнику, цибулевих і сільськогосподарських культур: сучасний погляд та інновації: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Умань, 30 травня 2018 р.). Умань, 2018. С. 90–91.*
12. Улянич О. І., Сорока Л. В., **Кухнюк О. В.**, Воєвода Л. І. Ботанічні і морфологічні ознаки та лікувальні властивості цикорію салатного. *Теоретичні і практичні аспекти розвитку галузі овочівництва в сучасних умовах: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції, м. Умань, (30 травня, 2018 р.) Умань, 2018. С.172–175.*
 13. Улянич О. І., Сорока Л. В., Воєвода Л. І., **Кухнюк О. В.** Застосування біопрепаратів для отримання органічної продукції салатних рослин. *Актуальні питання аграрної науки: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 150-річчю заснування факультету агрономії Уманського НУС: (м. Умань, 15 листопада 2018 р.). Київ, 2018. С 176–178.*
 14. Кухнюк О. В. Динаміка вмісту радіонуклідів у ґрунтах Черкащини та їх накопичення в овочах і картоплі. *Сучасні тенденції розвитку української науки: збірник матеріалів Всеукраїнської наукової конференції (м. Переяслав-Хмельницький, 21–22 березня 2018 р.). Переяслав-Хмельницький, 2018 р. С. 52–56.*
 15. Кухнюк О. В. Накопичення цезію-137 і стронцію-90 у ґрунтах та овочах Черкащини. *Сучасний рух науки: матеріали VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Дніпро, 4–5 квітня 2019 р.). Дніпро, 2019. С. 624–626.*
 16. Кухнюк О. В. Експериментальні дослідження концентрації важких металів в овочевих культурах Черкаської області. *PRIORITY DIRECTIONS OF SCIENCE DEVELOPMENT: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, листопад 2019 р.). Львів, 2019. С.12–17.*

17. **Кухнюк О. В.**, Борисенко Н. М. Особливості накопичення важких металів у лікарській рослинній сировині. *Лікарські рослини та перспективи досліджень*: збірник матеріалів IV Міжнародної наукової конференції, присвяченої 140-річчю з дня народження П.І.Гавсевича (с. Березоточа, 13–14 червня 2019 р.). Березоточа, 2019, С. 139–141.
18. Олена І. Улянич, Сергій В. Щетина, Ольга П. Накльока, Лілія І. Воевода, Оксана Д. Лук'янець, **Оксана В. Кухнюк**, Вячеслав В. Яценко, Наталія О. Остапенко. Етно-ботанічні особливості, поширення виду та внутрішньовидова класифікація часнику. *Етноботанічні традиції в агрономії, фармації та садовому дизайні*: матеріали II Міжнародної наукової конференції, присвяченій 210-річчю від дня народження Чарльза Дарвіна (м. Умань, 3–6 липня 2019 року). Умань, 2019. С. 250–254.
19. Улянич О. І., **Кухнюк О. В.**, Чміль М. М. Умови отримання екологічно безпечної продукції лободових рослин. *Актуальні питання аграрної науки*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 175-річчю заснування Уманського національного університету садівництва (м. Умань, 21 листопада 2019 р.). Київ, 2019. С. 123–124.
20. Улянич О. І., Шевчук К. М., Безверхній В. В., **Кухнюк О. В.** Господарська оцінка місцевих форм часнику ярого у Правобережному Лісостепу України. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки)*: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках V-го наукового форуму Науковий тиждень у Крутах – 2020 (с. Крути, 12 березня 2020 р.) Крути, 2020. Том 3. С. 157–160.
21. **Кухнюк О. В.**, Коцюруба В. П., Акумулявання радіонуклідів овочевими культурами, що вирощені на ґрунтах Правобережного Лісостепу України. *SCIENCE, SOCIETY, EDUCATION: TOPICAL ISSUES AND DEVELOPMENT PROSPECTS*: матеріали III

- Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 17–18 лютого 2020 р.). Харків, 2020. С. 30–33.
22. **Кухнюк О. В.**, Борисенко Н. М., Куценко Н. І. Вміст ефірної олії в сировині ромашки лікарської сорту Перлина Лісостепу залежно від часу збирання суцвіть. *Перспективні напрямки наукових досліджень лікарських та ефіроолійних культур: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених* (с. Березоточа, 25 березня 2020 р.). Березоточа, 2020. С. 174–176.
23. Улянич О. І., **Кухнюк О. В.**, Коцюрuba В. П. Проблема забруднення важкими металами основних сільськогосподарських культур у Правобережному Лісостепу України. *EURASIAN SCIENTIFIC CONGRESS: abstracts of VI International Scientific and Practical Conference* (Barcelona, 14–16 June 2020). Barcelona, 2020. P. 38–42.
24. Улянич О. І., Воробйова Н. В., Яценко В. В., **Кухнюк О. В.** Накопичення радіонуклідів у картоплі і овочах. *Наука, тенденції та перспективи овочівництва в Україні: матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції* (м. Умань, 12 червня 2020 р.). Умань, 2020. С. 56–58.
25. **Кухнюк О. В.**, Борисенко Н. М., Куценко Н. І. Оцінка ромашки римської за біоморфологічними показниками та виходом ефірної олії. *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції* (м. Полтава, 29–30 червня 2020 р.). Полтава, 2020. С. 168–170.
26. **Кухнюк О. В.**, Коцюрuba В. П. Проблема вмісту нітратів у харчових продуктах рослинного походження Черкаської області. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку: збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції*. (м. Херсон, 22–23 жовтня 2020 р.), Херсон, 2020. С. 380–384.

Додаток Е

"ЗАТВЕРДЖУЮ:"

Ректор Уманського національного
університету садівництва
професор  О.О. Непочатенко
"29" 09 2020р.

"ПОГОДЖЕНО:"

Директор ФГ «Максим»
 О.Остроушко
"29" 09 2020р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ РОЗРОБОК

Даним актом впровадження підтверджується, що результати наукових розробок аспіранта кафедри овочівництва Уманського НУС О.В. Кухнюк з розробки елементів технології вирощування овочів і картоплі на забрудненому радіонуклідами чорноземі опідзоленому та використання абсорбентів і біопрепаратів у технології вирощування з метою отримання екологічно-безпечної продукції. Новизною наукової роботи є експериментальні дослідження, які дозволили вирішити питання технології вирощування овочів і картоплі і уперше доведено, що абсорбенти у засушливих умовах сучасного клімату та біопрепарати ефективні для підвищення урожайності, за яких не погіршується якість продукції.

В результаті проведення впровадження удосконалено технологію вирощування та встановлено вплив сорту абсорбенту і біопрепарату на масу і висоту рослини, площу листової пластинки і загальну площу листків, показник фотосинтезу, кореляційні залежності між показниками росту рослин, урожайністю залежно від розроблених елементів технології.

Впровадження в овочеву сівозміну овочів, дослідження з якими у даному регіоні не проводилися. В результаті отримано чистий прибуток 57 тис. грн. з 1 га за цінами 2020 року за рахунок зменшення собівартості одиниці продукції та підвищення урожайності на 6–9 т/га.

Від Уманського НУС
для
відповідальний за впровадження
аспірант  О.В. Кухнюк


"29" 09 2020 р.

Від ФГ «Максим»
відповідальний за впровадження
агроном  Н. І. Остроушко

"29" 09 2020 р.



Додаток Ж

Ректор Уманського національного університету
садівництва
професор  О. О. Непочатенко

«23» 09 2020 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ РОЗРОБОК

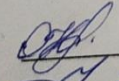
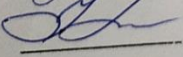
Даним актом підтверджується, що результати наукових розробок аспіранта кафедри овочівництва Уманського НУС з вивчення елементів технології вирощування овочів і картоплі виконані і впроваджувалися у навчально-виробничому відділі Уманського національного університету садівництва упродовж 2019–2020 рр.

Новизною наукової роботи є вирощування овочів і картоплі на забрудненому радіонуклідами чорноземі опідзоленому та використання абсорбентів і біопрепаратів у технології вирощування з метою отримання екологічно-безпечної продукції. Новизна дослідження полягає у тому, що вони у даному регіоні не проводилися.

В результаті впровадження отримано високий чистий прибуток 42 тис. грн. з 1 га за цінами 2020 року за рахунок підвищення урожайності і якості та відповідного зменшення собівартості одиниці продукції.

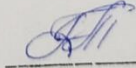
Від Уманського НУС

Відповідальні за впровадження

 О. В. Кухнюк
 О. І. Улянич

«23» 09 2020 р.

Від НВВ Уманського НУС
завідувач овочевого відділу

 Т. П. Богданова

«23» 09 2020 р.



REDMI NOTE 6 PRO
MI DUAL CAMERA