

**ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**МАРКОВСЬКА Олена Євгеніївна**

УДК 001. 89: 631.95:631.582:631.6 (477.7)

## **ДИСЕРТАЦІЯ**

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ТА  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ У СІВОЗМІНАХ НА ЗРОШУВАНИХ  
ЗЕМЛЯХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації  
Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня  
доктора сільськогосподарських наук

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

\_\_\_\_\_ **О. Є. МАРКОВСЬКА**

Науковий консультант: **ВОЖЕГОВА Раїса Анатоліївна**,  
доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

## АНОТАЦІЯ

**Марковська О. Є. Наукове обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації. – Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2018.

У дисертаційній роботі за результатами узагальнення багаторічних досліджень для збереження основних показників родючості темно-каштанового ґрунту, отримання сталої продуктивності польових культур на засадах ресурсозбереження науково обґрунтовано комплекс агроекологічних та технологічних заходів, які спрямовані на оптимізацію систем основного обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин короткоротаційних сівозмін в умовах зрошення.

Дослідженнями за ротацію сівозмін (2007-2010 та 2011-2015 рр.) встановлено, що щільність складення шару ґрунту 0-40 см залежно від систем основного обробітку під культурами сівозміни змінювалася неістотно. У період сходів культур за безполицевого обробітку досліджуваній показник становив 1,34-1,36 г/см<sup>3</sup>, а у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованих систем – 1,33-1,34 г/см<sup>3</sup>. Такий рівень щільності складення забезпечував сприятливі умови для росту й розвитку озимих зернових культур, проте був на 4,6-7,1% вищим від біологічно обґрунтованого для кукурудзи та сої. За тривалого застосування мілкового одноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3) визначено зниження його водопроникності на початку вегетації сільськогосподарських культур на 6,9-17,2%, а перед збиранням урожаю на 20,7-26,3%. Максимальні значення досліджуваного показника відповідали варіанту різноглибинної оранки (контроль) та диференційованої-1 системи основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 4).

Сумарне водоспоживання культурами сівозміни коливалося в межах 2890-

3070 м<sup>3</sup>/га, з несуттєвою різницею за варіантами досліджуваних систем обробітку ґрунту в межах 0,8-3,2%. Найбільш ефективним використання вологи на формування одиниці врожаю з мінімальними показниками коефіцієнта водоспоживання, як зерновими, так і просапними культурами, визначали у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (контроль) та диференційованої-1 системи (варіант 4). Максимальним коефіцієнт продуктивності зрошення сформувався за вирощування кукурудзи на зерно – 3,13, а найменшим його рівень (0,55) визначений у ріпаку ярого, що зумовлено низькою врожайністю цієї культури та неістотними відмінностями показників евапотранспірації.

Кількість амоніфікуючих, нітрифікуючих, олігонітрофільних та целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см під культурами сівозміни була на 2,8-11,2% меншою за систематичного мілкого розпушування ґрунту без обертання скиби (варіант 3), порівняно з контролем. Збільшення дози азотного добрива з N<sub>75</sub>P<sub>60</sub> до N<sub>97,5</sub>P<sub>60</sub> забезпечило зростання кількості мікроорганізмів на 4,4% та сприяло покращенню агрофізичних властивостей ґрунту, забезпеченості рослин елементами мінерального живлення та вологою.

У середньому по сівозмінах нітрифікаційна здатність шару ґрунту 0-40 см була найвищою у варіанті різноглибинного полицевого обробітку. За тривалого застосування мілкого одноглибинного обробітку без обертання скиби (варіант 3) вона була меншою за контроль на 28,4%. Впродовж весняно-літньої вегетації за рахунок використання поживних речовин рослинами та промивання нітратного азоту за межі активного шару ґрунту, як вміст нітратів, так і нітрифікаційна здатність ґрунту зменшувалися, і на період збирання врожаю культур вона досягла свого мінімуму.

Максимальною забур'яненість визначена у варіанті дискового розпушування на 12-14 см у системі безполицевого мілкого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3). Передпосівне протруювання насіння кукурудзи дозволило підвищити врожайність зерна культури на 0,96-1,05 т/га.

Хімічне прополювання посівів кукурудзи зменшило забур'яненість на 98,4%. Найвищу господарську і економічну ефективність за вирощування пшениці озимої та сої забезпечило застосування комплексного захисту шляхом оброблення насіння протруйниками та використання пестицидів у другу половину вегетації проти шкідників і збудників хвороб.

Встановлено, що врожайність культур короткоротаційної сівозміни-1 на зрошенні різною мірою змінювалася під впливом систем основного обробітку ґрунту. Максимальну врожайність зерна – 6,7 т/га сформувала кукурудза на зерно за диференційованої-2 системи основного обробітку ґрунту, а мінімальну – 1,2 т/га ріпак ярий у варіанті безполицевого одноглибинного мілкового обробітку. У наступній ротації сівозміни-2 досліджувані культури найвищу врожайність формували за використання полицевої різноглибинної та диференційованої-1 систем основного обробітку ґрунту. Збільшення дози внесення мінеральних добрив з  $N_{75}P_{60}$  до  $N_{97,5}P_{60}$  забезпечило істотне підвищення врожайності культур сівозміни на 10,7-21,2%.

Моделювання показників надходження гумусу в ґрунт з перерахунком використання післяжнивних решток досліджуваних культур сівозміни свідчить, що у неудобреному ґрунті формується від'ємний баланс гумусу за всіх систем обробітку. На удобрених фонах з внесенням  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  визначили приріст гумусу. За різноглибинної полицевої і диференційованої-1 систем основного обробітку він склав +0,78 т/га, в той час як за різноглибинного безполицевого він становив +0,68 т/га, або зменшився на 12,8%.

Економічним аналізом за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) доведено, що застосування першого диференційованого основного обробітку ґрунту дозволило отримати найвищий умовно чистий прибуток – 6,8 тис. грн/га, при цьому рівень рентабельності склав 75,6%. За наступну ротацію сівозміни-2 впродовж 2011-2015 рр. визначено, що умовно чистий прибуток перевищив 10 тис. грн/га у варіантах з внесенням добрив дозою  $N_{97,5}P_{60}$  за використання різноглибинної полицевої та диференційованої - 1 систем обробітку ґрунту в сівозміні. Продуктивність плодозмінної сівозміни на зрошенні при внесенні мінеральних добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  за виходом валової енергії у варіанті

диференційованої-1 системи обробітку ґрунту склала 105,4 ГДж/га, тобто була на рівні з системою різноглибинного полицевого обробітку.

Шляхом використання програмного комплексу ФАО ООН AquaCrop змодельовано складові елементів продукційного процесу досліджуваних культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні, а також природних і агротехнологічних параметрів їх вирощування.

Визначено, що для покращення родючості темно-каштанового ґрунту доцільно запроваджувати польові короткоротаційні сівозміни з питомою вагою озимих зернових культур 25%, кукурудзи на зерно 25-50 та сої 25%. Проводити диференційовану систему основного обробітку з оранкою на 20-22 см під кукурудзу на зерно і дисковим обробітком під сою на 12-14 см зі щільванням до 40 см та мілким безполицевим розпушуванням ґрунту під озимі зернові культури. Для підтримання оптимального поживного режиму ґрунту, збільшення чисельності корисної мікробіоти та досягнення рівноважного гумусного стану ґрунту необхідно використовувати технології сумісного застосування на добриво листостеблової маси сільськогосподарських культур сівозмін, мінеральних добрив дозою  $N_{97,5}P_{60}$  та інокулянтів.

За результатами узагальнення багаторічних експериментальних даних змодельовано біологічно оптимальні та водозберігаючі режими зрошення, використання яких у виробничих умовах дозволяє проводити програмування врожаю за різних агротехнологічних заходів, обирати найбільш оптимальні варіанти штучного зволоження та зменшувати витрати поливної води на 10-17%.

Застосування інтегрованого захисту рослин у короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях знижує чисельність шкідливих організмів в 1,6-2,5 рази.

**Ключові слова:** сівозміна, зрошення, добрива, обробіток ґрунту, агрозаходи, урожайність культур, моделювання, економічна ефективність, енергетична оцінка.

## Summary

## Summary

**Markovska O. Y. Scientific substantiation of agroecological and technological methods in crop rotations on irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.**

Thesis for a Doctor of Agricultural Sciences degree in specialty 06.01.02 – Agricultural land reclamation. – State Higher Educational Institution "Kherson State Agrarian University", Kherson, 2018.

In the dissertation, based on the results of the generalization of long-term reclamation studies to preserve the main fertility indices of dark chestnut soils, to obtain sustainable yield of field crops on the basis of resource conservation, a scientifically grounded set of agroecological and technological methods aimed at optimizing the systems of basic cultivation of soil, fertilization and protection of plants of short crop rotation under irrigation conditions.

Studies of crop rotation (2007-2010 and 2011-2015) found that the density of soil layering 0-40 cm, depending on the systems of main cultivation was not significantly changed. In the start of crop growth for cultivation, the investigated index was 1.34-1.36 g/cm<sup>3</sup>, and in variants of multi-depth and differentiated systems – 1.33-1.34 g/cm<sup>3</sup>. Such a density level provided favorable conditions for the growth and development of winter crops, but was 4.6-7.1% higher than biologically justified for corn and soybeans. For prolonged use of shallow single-grained tillage in crop rotation (option 3) decreased its permeability at the beginning of the vegetation by 6.9-17.2%, and before harvesting by 20.7-26.3%. The maximum values of the investigated index corresponded to the variant of multi-depth plowing (control) and differentiated-1 system of basic tillage in the crop rotation (variant 4). The total water consumption of crops of crop rotation varied in the range of 2890-3070 m<sup>3</sup>/ha, with insignificant difference in the variants of the studied tillage systems in the range of 0,8-3,2%. The most effective use of moisture for the formation of a unit of yield with minimum indicators of water consumption was determined in the plowing options at a depth of 20-22 to 28-30 cm in a system of multifield tillage in crop rotation

(control) and differentiated-1 system (option 4). The maximum coefficient of irrigation productivity was formed for grain maize – 3,13, and the lowest level (0,55) was determined in rapeseed, which is due to low yield of this crop and insignificant differences in the evapotranspiration rates.

The amount of ammonifying, nitrifying, oligonitrophilic and cellulose-destroying microorganisms in the soil layer of 0-40 cm under crops of crop rotation was 2.8-11.2% less than the systematic loosening of the soil without rotation (variant 3) compared with the control. Increasing the nitrogen fertilizer from  $N_{75}P_{60}$  to  $N_{97.5}P_{60}$  resulted in an increase in the number of microorganisms by 4.4% and contributed to improving the agro physical properties of the soil, the supply of plants with mineral nutrients and moisture. On average, in the crop rotation, the nitrification capacity of the soil layer of 0-40 cm was the highest in the variant of multi-depth shelf cultivation. For prolonged use of shallow single-pod cultivating without rotation of the chunks (option 3), it was lower than control by 28.4%. During the spring and summer vegetation, due to the use of nutrients by plants and washing of nitrate nitrogen outside the active layer of soil, both the content of nitrates and the nitrification capacity of the soil decreased, and at the time of harvesting crops, it has reached its minimum.

The maximum infiltration rate is defined in the variant of disc loosening on 12-14 cm in the system of field-free, shallow, one-depth cultivation of soil in crop rotation (option 3). Preseeding of corn seeds allowed to increase the grain yield of the crop by 0.96-1.05 t/ha. Chemical propagation of corn crops reduced 98.4% infestation. The highest economic and economic efficiency of winter wheat and soybean cultivation provided for the application of integrated protection through seed treatment by pesticides and the use of pesticides in the second half of the growing season against pests and pathogens.

It was established that the yield of crops of short-rotation crop rotation-1 on irrigation varied to varying degrees under the influence of systems of basic cultivation of soil. The maximum yield of grain – 6.7 t /ha has formed corn for grain for differentiated-2 systems of basic cultivation of soil, and the minimum – 1.2 t/ha of

rape in the form of a fieldless single-depth small-scale cultivation. In the next rotation of crop rotation-2, the highest crops were cultivated with the use of polyhedral, multi-depth and differentiated-1 systems of basic soil cultivation. An increase in the dose of mineral fertilizers from  $N_{75}P_{60}$  to  $N_{97.5}R_{60}$  provided a significant increase in crop yields of 10.7-21.2%.

The modeling of humus inputs to the soil with the recalculation of the use of post-dormancy residues of the studied crop rotation crop shows that a negative balance of humus on all cultivating systems is formed on uncooled soil. On fertilized backgrounds, with the introduction of  $N_{75}P_{60}$  and  $N_{97.5}P_{60}$ , the growth of humus was determined. It was +0.78 t/ha for a multifield polygonal and differentiated-1 systems of main cultivation, while it was +0.68 t/ha for a multifield polygon, or decreased by 12.8%.

The economic analysis for rotation of crop rotation-1 (2007-2010) proved that the use of the first differentiated basic soil cultivation allowed to obtain the highest contingent net profit of 6.8 thousand UAH/ha, while the profitability level was 75.6%. During the next rotation of crop rotation-2 during 2011-2015, it was determined that the conditionally net profit exceeded 10 thousand UAH/ha in variants with fertilization with the dose of  $N_{97.5}P_{60}$  for the use of multi-depth polyethylene and differentiated-1 soil tillage systems in crop rotation. Productivity of fruitful crop rotation in irrigation at mineral fertilizer application at the dose of  $N_{75}P_{60}$  at the output of gross energy in the variant of differentiated-1 system of cultivating soil was 105.4 GJ/ha, that is, it was at the level with the system of multi-depth shelf cultivation. Using the software package of the FAO UN Aquacrop, components of the production process of the studied crops of short rotation crop rotation with irrigation, as well as the natural and agrotechnological parameters of their cultivation are modeled.

It is determined that in order to improve the fertility of dark chestnut soils, it is expedient to introduce field short-rotation crop rotation with a specific gravity of winter cereal crops 25%, corn for grain 25-50 and soybeans 25%. Conduct a differentiated system of basic cultivation with plowing on 20-22 cm corn for grain



and disk treatment for soya for 12-14 cm with a gap of up to 40 cm and a shallow, free-flowing loosening of soil under winter grain crops. In order to maintain the optimum nutrient regime of the soil, increase the number of useful microbiota and achieve equilibrium soil humus, it is necessary to use technologies of co-application of fertilizer of leafy mass of agricultural crops, crop rotation, mineral fertilizers with the dose of  $N_{97.5}P_{60}$  and inoculants. According to the results of generalization of long-term experimental data, biologically optimal and water-saving irrigation regimes have been modeled, the use of which in production conditions allows the crop programming to be carried out for different agrotechnological measures, to choose the most optimal variants of artificial humidification and to reduce the cost of irrigation water on 10-17%. The use of integrated plant protection in short-rotation crop rotations on irrigated lands reduces the number of harmful organisms by 1.6-2.5 times.

**Key words:** crop rotation, irrigation, fertilizers, tillage, agricultural practices, productivity of crops, modeling, economic efficiency, energy estimation.

## СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Монографії та навчальні посібники:

1. Малярчук М. П., Ушкаренко В. О., Марковська О. Є., Малярчук В. М. Охорона і підвищення родючості зрошуваних земель та їхнє ефективне використання. Обробіток ґрунту на зрошуваних землях в зоні дії Інгулецької зрошуваної системи. *Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання*: колек. моногр. Київ: Аграрна наука, 2010. С. 249–258 (*Наукове обґрунтування систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошуваних землях*).

2. Малярчук М. П., Вожегова Р. А., Марковська О. Є. Формування систем основного обробітку ґрунту в агробіогеоценозах на меліорованих землях південної посушливої та сухостепової ґрунтово-екологічних підзон України: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.]. тХерсон: Айлант, 2012. 180 с. (*Розробка наукових основ диференційованих систем обробітку ґрунту*,

спрямованих на ресурсозбереження, вологонакопичення, зниження негативного впливу посухи).

3. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., **Марковська О. Є.** та ін. Технології вирощування зернових і технічних культур на зрошуваних землях Півдня України. *Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях*: кол. моногр. / [відп. ред. П.І. Коваленко]. Київ: Аграрна наука, 2016. С. 578–596. (Розробка систем основного обробітку ґрунту та удобрення для інтенсивних технологій вирощування зернових і технічних культур на зрошуваних землях).

4. Вожегова Р. А., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Продуктивність сівозмін. *Наукові засади розвитку аграрного сектору економіки Південного регіону України* / за наук. ред. Ромащенко М.І., Вожегової Р. А., Шатковського А. П. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. С. 94–98 (Економічне та енергетичне обґрунтування продуктивності короткоротаційних сівозмін за умов зрошення).

5. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Коваленко А. М. та ін. Ґрунтозахисні енергоощадні технології обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошуваних і неполивних землях Півдня України. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України* / за наук. ред. Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 8–39; 242 – 365; 366 – 459 (Обґрунтування агроекологічних і технологічних заходів у сівозмінах на зрошенні).

#### Статті у наукових фахових виданнях України:

6. Малярчук М. П., Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2007. Вип. 47. С. 115–119 (Проведення польових дослідів з оптимізації систем захисту рослин на поливних землях півдня України, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

7. Шелудько О. Д., Косачев С. П., **Марковська О. Є.**, Малярчук В. М. ПСК 75 WG, в.г. – новий гербіцид для захисту зернових культур. *Зрошуване*

землеробство. Херсон, 2007. Вип. 47. С. 110–114 (*Проведення польових дослідів з зерновими культурами, формулювання висновків і рекомендацій*).

8. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** Агрофізичні властивості ґрунту та продуктивність пшениці озимої на зрошенні залежно від основного обробітку ґрунту в плодозмінній сівоzmіні Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2009. Вип. 51. С. 42–46 (*Проведення польових дослідів, обчислення агрофізичних показників, формулювання висновків і рекомендацій*).

9. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Найдъонов В. Г., Нижегороденко В. М. Скритостеблові шкідники зернових колосових в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2009. Вип. 52. С. 181–185 (*Проведення польових дослідів з оптимізації захисту зернових колосових культур, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій*).

10. **Марковська О. Є.** Продуктивність короткоротаційної просапної сівоzmіни на зрошенні залежно від способів і систем основного обробітку ґрунту. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2010. Вип. 53. С. 18–23.

11. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Боришук Р. В., Найдъонов В. Г. та ін. Вплив ентомофагів на оптимізацію фітосанітарного стану зрошуваних посівів зернових колосових у Південному Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2010. Вип. 53. С. 157–161 (*Проведення польових дослідів з зерновими культурами, формулювання висновків і рекомендацій*).

12. **Марковська О. Є.** Вплив способів обробітку на показники родючості темно-каштанового ґрунту і урожай сільськогосподарських культур. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2010. Вип. 54. С. 230–235.

13. **Марковська О. Є.** Продуктивність сівоzmіни на зрошенні за енергозберігаючих способів основного обробітку темно-каштанового ґрунту Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2011. Вип. 77. С. 126–129.

14. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Мельник А. П. Ефективність способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу в просапній сівоzmіні на

зрошенні Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2011. Вип. 77. Ч. 2. С. 34–41 (*Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій*).

15. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Найдьонов В. Г., Нижегородко В. М. Захист зрошуваної пшениці озимої від шкідливих організмів. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2012. Вип. 57. С. 73–79 (*Проведення польових дослідів з оптимізації захисту пшениці озимої, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій*).

16. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Мринський І. М. Ефективність передпосівної обробки насіння кукурудзи протруйниками. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2012. Вип. 58. С. 64–66 (*Проведення польових дослідів з оптимізації захисту кукурудзи, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій*).

17. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Економічна оцінка елементів системи захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2012. Вип. 80. Ч. 2. С. 280–284 (*Проведення польових дослідів з гібридами кукурудзи, економічна оцінка, формулювання висновків і рекомендацій*).

18. **Марковська О. Є.** Енергозберігаючі способи основного обробітку темно-каштанового ґрунту в 4-пільній ланці зрошуваної сівозміни Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2012. Вип. 81. Ч. 2. С. 115–120.

19. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Репілевський Є. В. Ефективність захисту зрошуваних посівів сої від листогризучих совок. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2013. Вип. 59. С. 79–81 (*Проведення польових дослідів з соєю, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій*).

20. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Урсал В. В. Вплив зрошення на діапаузу пшеничної мухи. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2013. Вип. 84. Ч. 2. С. 137–140 (*Проведення польових дослідів з пшеницею озимою,*

узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків).

21. Шелудько О. Д., Клубук В. В., Боровик В. О., **Марковська О. Є.**, Репілевський Є. В. Ефективність пестицидів фірми БАСФ на посівах сої в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2013. Вип. 60. С. 65–69 (Проведення польових дослідів з соєю, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

22. **Марковська О. Є.** Ефективність бакових сумішей гербіцидів та регуляторів росту на пшениці озимій в південному степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2014. Вип. 87. С. 60–64.

23. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Ефективність агрометодів та протруйника Селест Топ 312,5 FS, т.к.с. в захисті зрошуваної пшениці озимої від злакових мух. *Захист і карантин рослин*. Київ, 2014. Вип. 60. С. 515–521 (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

24. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Омеляненко О. А. Шляхи зниження шкодочинності грибних хвороб на зрошуваних посівах сільськогосподарських культур південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2014. Вип. 61. С. 66–69 (Проведення польових дослідів з культурами зрошуваних сівозмін, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

25. **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Ефективність захисту зрошуваних посівів пшениці озимої від прихованостеблових шкідників. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2014. Вип. 89. С. 55–59 (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, формулювання висновків).

26. **Markovskaya O. Ye.**, Lavrenko S. O., Kaminska M. O. New plant growth stimulant in the technology of cultivating spiked cereals in Southern Steppe of Ukraine. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2015. Вип. 64. С. 32-34 (Проведення польових дослідів, оцінка ефективності застосування засобів захисту рослин, формулювання висновків).

27. **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М., Малярчук А. С., Малярчук В. М.

Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність сільськогосподарських культур в сівозміні на зрошенні півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2016. Вип. 66. С. 71–74 (Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення параметрів продуктивності сівозміни, формулювання висновків і рекомендацій).

28. **Марковська О. Є.**, Малярчук М. П. Агроекономічна оцінка систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні за умов зрошення на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2017. Вип. 98. С. 55–59 (Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення економічних показників, формулювання висновків і рекомендацій).

29. Vozhehova R. A., Maliarchuk M. P., Biliayeva I. M., **Markovska O. Ye.** Environmental, economic and energy efficiency of soil tillage systems in crop rotation under irrigation. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2017. Вип. 67. С. 12–15 (Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення економічної та енергетичної ефективності, формулювання висновків і рекомендацій).

30. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Лопата Н. П. Продуктивність кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив в сівозміні на півдні України. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 67. С. 47–51 (Проведення польових дослідів з кукурудзою, визначення оптимальних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій).

31. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Біляєва І. М., **Марковська О. Є.** Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки*. 2017. №8. С. 64–70 (Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, встановлення

агрофізичних показників, формулювання висновків).

32. **Марковська О. Є.**, Зоріна Г. Г., Коковіхіна О. С., Гальченко Н. М., Мельник А. П. Моделювання технології вирощування польових культур короткоротаційної зрошеної сівозміни з врахуванням природно-кліматичних та господарсько-економічних чинників. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2017. Вип. 68. С. 103–107 (Узагальнення власних експериментальних даних, здійснення модельних розрахунків, формулювання висновків і рекомендацій).

### Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:

33. **Марковська О. Є.** Економічна та енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур у зрошуваній просапній сівозміні за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. 2017. Вип. 238. С. 72–77. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/7937>.

34. **Марковська О. Є.** Оптимізація боротьби з бур'янами в короткоротаційній сівозміні за умов зрошення на півдні України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. Серія: Сільськогосподарська екологія. Рослинництво. Землеробство. 2017. Вип. 4(46). С. 26–29. URL: <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/vestnik/article/download/1017/882>.

35. **Марковська О. Є.** Динаміка поживного режиму ґрунту за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 3(73). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10814>.

36. **Markovska O. Y.**, Pikoivskyi M. Y., Nikishov O. O. Optimization of the system of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10. № 3–4. С. 98-104. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/issue/view/439> (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків).

### Тези доповідей на наукових конференціях:

37. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Малярчук В. М., Проценко К. С. Мінімізація основного обробітку ґрунту в промисловій плодозмінній сівозміні на зрошенні в умовах півдня України. *Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України*: збірн. матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Херсон. 2009 р.). Херсон. 2009. С. 9–11 (*Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій*).

38. **Марковська О. Є.** Обробіток ґрунту під пшеницю озиму в 4-пільній короткоротаційній сівозміні в умовах зрошення півдня України. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку водного господарства і меліорації земель*: збірн. матер. міжнар. наук.-практ. конф. Херсон. 2009. С. 115–117.

39. **Марковська О. Є.** Продуктивність сівозміни на зрошенні за енергозберігаючих способів основного обробітку темно-каштанового ґрунту півдня України. *Інтегроване управління меліорованими ландшафтами*: матеріали наук.-практ. конф. Херсон. 2011. С. 157–158.

40. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Економічна оцінка елементів системи захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах*: матер. допов. міжн. наук. конф. (м. Херсон, 7–9 верес. 2012 р.). Херсон: Грінь Д.С., 2012. С. 251–254 (*Проведення польових дослідів з кукурудзою, економічна оцінка елементів системи захисту, формулювання висновків*).

41. Малярчук А. С., Борищук Р. В., Бульба І. А., **Марковская Е. Е.** Продуктивность орошаемого севооборота при энергосберегающих способах основной обработки темно-каштановой почвы юга Украины. Сб. матер. 7-ой межд. конф. молодых ученых и специалистов. Краснодар, 2013. С. 133–135 (*Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків*).

42. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Малярчук А. С. Енергетична



ефективність функціонування сівозмін на зрошенні за різних способів основного обробітку ґрунту. *Історія освіти, науки і техніки в Україні: матеріали ІХ Всеукр. конф. молод. учен. та спеціал. (м. Київ, 22 трав. 2014 р.). Київ, ФОП «Корзун Д.Ю.», 2014. С. 284–286 (Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій).*

43. **Марковська О. Є.**, Малярчук А. С., Малярчук В. М. Продуктивність просапної сівозміни на зрошуваних землях за різних систем обробітку ґрунту та удобрення. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: Матеріали доповідей міжнародної наукової конференції (м. Херсон, 10-11 червня 2016 р.). Херсон: Колос, 2016. С. 138–139 (Проведення польових дослідів, обчислення показників продуктивності зрошуваних сівозмін).*

44. **Марковська О. Є.** Енергетична ефективність технологій вирощування сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту й удобрення в сівозміні на зрошенні півдня України. Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції присвяченій 150 річчю від дня народження професора С.Л. Франкфурта (м. Київ, 18 лист. 2016 р.). Київ, ФОП «Корзун Д.Ю.», 2016. С. 324–325.

45. Коковішін С. В., **Марковська О. Є.**, Зоріна Г. Г. Використання інформаційно-програмного комплексу AQUACROP для моделювання водокористування та врожайності сільськогосподарських культур у зрошуваній сівозміні. *Зрошуване землеробство: сьогодні, проблеми, перспективи: матеріали регіон. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Дніпро, 2-3 листопада 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 107–109 (Узагальнення власних експериментальних даних, формування баз даних, моделювання, формулювання висновків).*

46. **Марковська О. Є.** Вплив диференційованих систем основного обробітку та фону мінерального живлення на нітрифікаційну здатність ґрунту в короткоротаційній зрошуваній сівозміні в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: сьогодні, проблеми, перспективи: матеріали регіон. наук.-*

практ. інтернет-конф. (м. Дніпро, 2-3 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 36–38.

47. **Марковська О. Є.** Наукове обґрунтування енергоощадних заходів при вирощуванні польових культур в зрошуваній короткоротаційній сівозміні. *Стан і перспективи впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали II Міжн. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 15-16 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 79–81.

48. Коковішін С. В., **Марковська О. Є.**, Зоріна Г. Г. Моделювання агротехнологічних параметрів системи зрошеного землеробства з урахуванням показників гідромодулю системи та біологічних потреб культур у короткоротаційних сівозмінах півдня України. *Стан і перспективи впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали II Міжн. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 15-16 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 60–62 (*Узагальнення власних експериментальних даних, формування баз даних, моделювання, формулювання висновків*).

49. **Марковська О.**, Мринський І., Коковіхіна О. Перспективи використання біологічного захисту рослин в сучасних системах органічного землеробства на півдні України. *Інноваційні технології та препарати в системі органічного землеробства Степу*: матеріали міжн. наук.-практ. інтернет конф. (м. Херсон, 6 берез. 2018 р.). Херсон. С. 43–46 (*Узагальнення власних експериментальних даних, встановлення основних напрямів використання біологічного захисту рослин в умовах півдня України, формулювання висновків і рекомендацій*).

50. **Марковська О. Є.** Оптимізація системи інтегрованого захисту пшениці озимої від шкідливих організмів за вирощування в короткоротаційних сівозмінах на зрошенні. *Інноваційні технології в рослинництві*: матеріали наук. інтернет-конф. (м. Кам'янець-Подільський, 15 трав. 2018 р.). Кам'янець-Подільський. С. 104–106.

**Статті в інших виданнях:**

51. Жуйков Г. Є., Малярчук М. П., Гусев М. Г., **Марковська О. Є.** та ін. Догляд за посівами озимої пшениці та особливості технологій вирощування ярих культур. *Деловой Агрокомпас*. 2006. № 1–2. С. 13–20 (*Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, формулювання висновків*).

52. Жуйков Г. Є., Гусев М. Г., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Рекомендації до сівби озимих культур під урожай 2007 року. *Деловой Агрокомпас*. 2006. № 8–9. С. 83–91 (*Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, оптимізація системи захисту, формулювання висновків і рекомендацій виробництву*).

53. Малярчук М., **Марковська О.**, Митрофанов О., Мігальов А., Малярчук В. Мінімізація основного обробітку ґрунту в промисловій плодозмінній сівозміні на зрошенні в умовах півдня України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірн. наук. праць. Книга 2. Дослідницьке 2009*. С. 186–190 (*Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій*).

54. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** Енергоємність систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошенні Півдня України. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Глеваха, 2011. Вип. 95. С. 435–439 (*Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення енергетичних показників, формулювання висновків і рекомендацій*).

55. Шелудько О., **Марковська О.**, Репілевський Є. Ефективність бакових сумішей гербіцидів та регуляторів росту на озимій пшениці. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 116–117 (*Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, оптимізація систем захисту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій виробництву*).

56. Шелудько О., **Марковська О.**, Гонтарук В. та ін. Ефективність нових інсектицидів на зрошуваній сої. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 98–100 (*Проведення*

польових дослідів з соєю, оптимізація систем захисту рослин від шкідників, формулювання висновків).

57. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Аканто Плюс – новий ефективний фунгіцид для захисту сільськогосподарських культур на зрошуваних землях південного Степу України. *Карантин і захист рослин: науково-виробничий журнал*. Київ, 2014. №7. С. 1–4 (Проведення польових дослідів з культурами зрошуваних сівозмін, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

58. Шелудько О., **Марковська О.**, Клубук В. та ін. Застосування фунгіцидів на посівах зрошуваної сої. *Пропозиція*. 2014. №1. С. 90–92 (Проведення польових дослідів з соєю, оптимізація систем захисту рослин від шкідників, формулювання висновків і рекомендацій).

59. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Клубук В. В. та ін. Що можна отримати від застосування фунгіцидів на посівах зрошуваної сої. *Агроном*. 2014. №1. С. 110–111 (Проведення польових дослідів з соєю, оптимізація систем захисту рослин від збудників хвороб, формулювання висновків).

60. Шелудько О., **Марковська О.**, Репілевський Є. та ін. Шляхи зниження шкодочинності грибних хвороб в умовах південного Степу України. *Агроном*. 2015. №2. С. 110–111 (Проведення польових дослідів з культурами зрошуваних сівозмін, оптимізація систем захисту рослин від грибних хвороб, формулювання висновків і рекомендацій).

61. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Зброя проти злакових мух. *The Ukrainian farmer*. 2015. № 8. С. 92–93 (Проведення польових дослідів з зерновими культурами, розробка та наукове обґрунтування заходів боротьби зі злаковими мухами, формулювання висновків).

62. Малярчук А., Біляєва І., **Марковська О.** та ін. Озимий ріпак у сівозмінах на зрошенні на Півдні України. *Агрономія сьогодні. Здоров'я людини*. №8. 2017. С. 44–49 (Проведення польових дослідів з ріпаком озимим, визначення оптимальних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій).

63. Малярчук А. С., **Марковська О. Є.**, Урсал В. В. Як захистити ріпак озимий навесні. *Зерно*. №4. 2018. С. 189–192 (*Проведення польових дослідів з ріпаком озимим, формулювання висновків*).

#### **Методичні рекомендації:**

64. Нікіщенко В. Л., Малярчук М. П., Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** та ін. Ріпак озимий та ярий. Захист посівів від шкідників, хвороб та бур'янів: наук.-метод. реком. Херсон: Айлант, 2009. 20 с. (*Узагальнення експериментальних даних, формулювання рекомендацій виробництву із захисту ріпаку від шкідливих організмів*).

65. Нікіщенко В. Л., Гусєв М. Г., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Природні кормові угіддя Херсонської області та способи підвищення їх продуктивності: наук.-метод. реком. Херсон: Айлант, 2009. 19 с. (*Узагальнення експериментальних даних, розробка практичних рекомендацій з підвищення продуктивності зрошуваних земель при вирощуванні кормових культур*).

66. Нікіщенко В. Л., Гусєв М. Г., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з питань догляду за посівами озимих та формування технологій вирощування ярих культур у 2010 році. Херсон: Айлант, 2010. 29 с. (*Узагальнення експериментальних даних з оптимізації захисту ярих культур, формулювання висновків і рекомендацій виробництву*).

67. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з формування систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант. 2010. 24 с. (*Узагальнення експериментальних даних із застосування різних систем основного обробітку ґрунту на зрошуваних землях півдня України, формулювання висновків і рекомендацій виробництву*).

68. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з підготовки ґрунту, посівного матеріалу та сівби озимих культур під урожай 2011 року в господарствах Херсонської області. Херсон: Айлант, 2010. 31 с. (*Узагальнення*

*експериментальних даних з оптимізації систем основного обробітку ґрунту та удобрення озимих культур, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).*

69. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Наукові підходи до формування технологій вирощування зернових і технічних культур в умовах 2011 року: науково-методичні рекомендації. Херсон: Айлант, 2011. 35 с. *(Узагальнення експериментальних даних з оптимізації технологій вирощування зернових і технічних культур на поливних землях, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).*

70. Вожегова Р. А., Ярмак В. О., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В., Коковіхін С. В., Влащук А. М., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант, 2014. 16 с. *(Узагальнення експериментальних даних із застосування різних систем основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зрошуваних землях, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).*

71. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Коковіхін С. В. та ін. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування кукурудзи в умовах Південного Степу України. Херсон: Колос, 2017. 32 с. *(Узагальнення експериментальних даних із застосування різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).*

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП .....	27
РОЗДІЛ 1 СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА ЯК ОСНОВА ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА, ЇХ СУЧАСНИЙ СТАН В УКРАЇНІ ТА СВІТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ).....	36
Історичні аспекти розвитку систем землеробства.....	38
Вплив мінімізованих систем основного обробітку ґрунту й удобрення в польових сівозмінах на формування біологічної активності, агрофізичних властивостей, водного та поживного режиму ґрунтів.....	44
Фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення.....	57
Продуктивність та еколого-економічна ефективність функціонування польових сівозмін на зрошенні за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення.....	64
Висновки до розділу 1.....	79
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	81
2.1 Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень ...	81
2.2 Характеристика метеорологічних умов у роки проведення досліджень .....	88
2.3 Методика проведення досліджень, агротехніка в польових дослідах.....	101
Висновки до розділу 2.....	111
РОЗДІЛ 3 АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ДИНАМІКА ВОДНОГО РЕЖИМУ ТЕМНО-КАШТАНОВИХ ҐРУНТІВ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЙОГО ОБРОБІТКУ .....	112
3.1 Щільність складення ґрунту дослідних ділянок .....	112

	24
3.2 Загальна пористість ґрунту .....	119
3.3 Швидкість вбирання вологи і фільтрації ґрунту.....	121
3.4 Режим зрошення, сумарне водоспоживання досліджуваними культурами в сівозмінах та ефективність використання ними вологи.....	124
Висновки до розділу 3.....	134
<b>РОЗДІЛ 4 ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ У ТЕМНО-КАШТАНОВОМУ ҐРУНТІ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ НА ЗРОШЕННІ.....</b>	<b>136</b>
4.1 Чисельність різних груп мікроорганізмів у ґрунті під посівами кукурудзи після сої.....	137
4.2 Мікробне угруповання у ґрунті під посівами сої після кукурудзи.....	140
4.3 Чисельність основних груп мікроорганізмів під посівами ячменю озимого після сої.....	143
4.4 Ґрунтова мікрофлора під посівами сої після ячменю озимого .....	146
4.5 Мікробний ценоз ґрунту за різних систем удобрення в сівозміні .....	149
Висновки до розділу 4.....	152
<b>РОЗДІЛ 5 ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЙОГО ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ НА ЗРОШЕННІ .....</b>	<b>154</b>
5.1 Динаміка нітрифікаційної здатності ґрунту під посівами сільськогосподарських культур у сівозміні .....	155
5.2 Формування фосфорно-калійного режиму живлення сільськогосподарських культур сівозміни.....	165
Висновки до розділу 5.....	175



РОЗДІЛ 6	НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ ЗА УМОВ ЗРОШЕННЯ.....	178
6.1	Видовий склад бур'янів та забур'яненість посівів досліджуваних культур у короткоротаційних сівозмінах залежно від систем основного обробітку ґрунту.....	178
6.2	Розробка заходів підвищення ефективності використання пестицидів при вирощуванні зернових культур у короткоротаційних сівозмінах.....	185
6.3	Інтегрований захист пшениці озимої на зрошенні від шкідливих організмів за вирощування у короткоротаційних сівозмінах .....	199
	Висновки до розділу 6.....	214
РОЗДІЛ 7	УРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, ПРОДУКТИВНІСТЬ СІВОЗМІН ТА БАЛАНС ГУМУСУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ ЗА УМОВ ЗРОШЕННЯ.....	214
7.1	Динаміка врожайності сільськогосподарських культур сівозміни залежно від природних та агротехнічних чинників .....	215
7.2	Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін.....	219
7.3	Моделювання балансу гумусу в ґрунті за вирощування культур сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення.....	229
	Висновки до розділу 7.....	245

РОЗДІЛ 8 ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН НА ЗРОШЕННІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ, УДОБРЕННЯ І ЗАХИСТУ РОСЛИН.....	248
8.1 Економічна ефективність технологій вирощування культур в сівозмінах на зрошенні .....	248
8.2 Енергетична оцінка технологічних параметрів агрозаходів у досліджуваних сівозмінах .....	257
Висновки до розділу 8.....	263
РОЗДІЛ 9 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ НА ЗРОШЕННІ З УРАХУВАННЯМ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ.....	267
9.1 Наукові основи та практичний інструментарій моделювання водокористування та врожайності короткоротаційних сівозмін .....	268
9.2 Моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур в сівозмінах на зрошенні для оптимізації агротехнологій на рівнях поля, сівозміни, господарства.....	288
Висновки до розділу 9.....	299
ВИСНОВКИ.....	301
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	307
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	308
ДОДАТКИ.....	357

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Ведення землеробства в умовах Південного Степу України пов'язане з погодними ризиками, які ускладнюють отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур. Зрошувані землі у цьому регіоні є гарантом отримання їх сталої продуктивності незалежно від кліматичних умов, які змінюються у напрямі зростання температурного режиму та зменшення кількості опадів. Розвиток систем землеробства, у т.ч. на зрошуваних землях, є головною передумовою підвищення як рівнів урожаю, так і конкурентоспроможності сільського господарства України загалом. Однак багаторічне застосування зрошення та нераціональне використання поливної води, невиконання вимог законодавства щодо впровадження науково обґрунтованих систем землеробства на зрошуваних землях призвели зниження показників родючості сільськогосподарських земель. Разом із тим збереження родючості ґрунту, ефективне використання земельних та інших ресурсів, науково обґрунтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур є головними чинниками розвитку людської цивілізації на Землі. Найважливіше значення при цьому має комплекс меліоративних заходів, спрямованих на покращення властивостей і режимів ґрунтів. Сільськогосподарські меліорації забезпечують формування високих і якісних урожаїв за рахунок науково обґрунтованого застосування комплексу агроекологічних та технологічних заходів, у тому числі штучного зволоження. Виключно важливого значення набуває питання ресурсозбереження в інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур: способів і глибини основного обробітку ґрунту, систем удобрення, у т.ч. із використанням побічної продукції культур сівозмін для підтримання рівноважного балансу гумусного стану ґрунту, мікробних препаратів, сучасних підходів до захисту рослин, запровадження біологічно оптимальних режимів зрошення, зокрема їх моделювання у цілісній технології, яка дозволяє істотно збільшити продуктивність рослин за зменшення фінансових та енергетичних

витрат. Тому проблеми наукового обґрунтування технологій вирощування, що базуються на різних способах і глибині основного обробітку з використанням ґрунтообробних знарядь з різною конструкцією робочих органів, дозволяють зменшити витрати непоновлюваної енергії та забезпечують збереження родючості ґрунтів, є актуальними і потребують подальшого експериментального дослідження.

Не менш важливими завданнями є розробка та впровадження органо-мінеральних систем удобрення, інтегрованого захисту рослин, біологічно оптимальних режимів зрошення сільськогосподарських культур та інших агроекологічних і технологічних заходів на рівні сівозмін і окремих полів з метою підвищення продуктивності галузі зрошуваного землеробства. Актуальним питанням є застосування різних методів моделювання технологічних процесів, які дозволяють визначити найбільш впливові фактори на продуктивність рослин, раціональність використання земельних, водних і матеріальних ресурсів.

Вирішення цих завдань, зокрема на засадах ресурсозбереження, є сучасним напрямом наукового пошуку й покладено в основу досліджень за темою дисертаційної роботи. Ці питання та їх вирішення особливого значення набувають і у зв'язку з порушенням традиційних систем землеробства, що зумовило необхідність наукового обґрунтування агроекологічних і технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалася за державними науковими програмами і тематичними планами Інституту зрошуваного землеробства НААН:

➤ 2006-2010 рр. – НТП 03 «Сталий розвиток меліорації земель та водокористування», завдання «Розробити новітні технології вирощування зернових і технічних культур на зрошуваних землях півдня України» (номер державної реєстрації 0106U006134);

➤ 2011-2015 рр. – НТП 03 «Розвиток меліорованих територій»,

підпрограма 04 «Теоретично обґрунтувати та розробити систему зрошуваного землеробства в умовах інтенсифікації виробництва», завдання «Дослідити закономірності змін мікробіологічного стану та фізико-механічних властивостей ґрунтів при оптимізації сівозмін, обробітку ґрунту, удобрення і режимів зрошення, удосконалити методологію створення систем землеробства на зрошуваних землях» (номер державної реєстрації 0111U002664);

➤ 2016-2020 – ПНД 45 «Наукові основи формування систем землеробства на зрошуваних землях», завдання «Дослідити закономірності змін фізико-механічних властивостей зрошуваних ґрунтів при оптимізації систем обробітку ґрунту, удобрення та водного режиму, удосконалити елементи систем ведення землеробства на зрошуваних землях» (номер державної реєстрації 0116U001097).

**Мета й завдання дослідження.** Метою дисертаційного дослідження є розробка та наукове обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України для забезпечення їх родючості, підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, економічної та енергетичної ефективності.

Досягнення поставленої мети здійснювали вирішенням наступних завдань:

➤ дослідити вплив тривалого зрошення на агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту Південного Степу за різних систем його обробітку та удобрення;

➤ науково обґрунтувати вплив досліджуваних факторів на елементи водного режиму ґрунту, ефективність використання сільськогосподарськими культурами поливної води за штучного зволоження;

➤ встановити вплив систем основного обробітку та удобрення на динаміку чисельності мікроорганізмів, вміст елементів живлення та гумусний стан ґрунту;

➤ дослідити динаміку показників фітосанітарного стану посівів за різних способів основного обробітку ґрунту в сівозміні та їх вплив на основні

показники його родючості шляхом застосування сучасних методів моделювання технологічних процесів;

➤ науково обґрунтувати частку впливу досліджуваних факторів на урожайність сільськогосподарських культур в короткоротаційних сівозмінах за умов зрошення;

➤ встановити параметри продуктивності короткоротаційних сівозмін на зрошуваних землях за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення;

➤ розробити модель розрахунку балансу гумусу в короткоротаційній сівозміні на зрошенні залежно від основних елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур;

➤ адаптувати програму AquaCrop для умов Південного Степу України, змоделювати сценарії підвищення продуктивності сільськогосподарських культур сівозміни та параметри агровиробничої системи в умовах зрошення залежно від елементів технологій вирощування культур при застосуванні біологічно оптимальних або водоощадних режимів штучного зволоження;

➤ провести економічне, енергетичне та екологічне обґрунтування функціонування короткоротаційних сівозмін за різних систем основного обробітку та удобрення на поливних землях;

*Об'єкт досліджень:* процес наукового обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України.

*Предмет досліджень:* динаміка показників родючості ґрунту під впливом багаторічного зрошення, елементи водного та поживного режимів ґрунту, системи основного обробітку й удобрення темно-каштанового ґрунту, агрофізичні властивості ґрунту, динаміка чисельності мікроорганізмів і продуктивність сільськогосподарських культур у сівозмінах, економічне й енергетичне обґрунтування технологій вирощування, що базуються на різних способах і глибині основного обробітку ґрунту, моделювання технологічних процесів і врожайності сільськогосподарських культур сівозміни на зрошуваних землях залежно від їх добору й елементів технологій.

**Методи дослідження.** Теоретичною та методологічною основою дослідження є наукові методи пізнання з використанням положень і принципів оптимізації систем землеробства на зрошуваних землях, комплексного і системного підходів до оцінки впливу досліджуваних факторів на динаміку основних показників родючості ґрунтів за умов зрошення, продуктивності сільськогосподарських культур у сівозмінах. В експериментальних дослідженнях використано спеціальні методи наукових досліджень – польовий, лабораторний, аналітичний. Для узагальнення експериментальних даних застосовували статистичний, розрахунковий та порівняльно-обчислювальний методи. Для моделювання врожайності досліджуваних культур використано спеціальне програмне забезпечення, статистичні та порівняльно-обчислювальні методи: дисперсійний, кореляційний, регресійний і варіаційний аналіз.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Дисертаційна робота містить сукупність наукових положень та прикладних висновків і рекомендацій щодо розв'язання важливої проблеми – наукового обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України.

До вагомих результатів наукового дослідження належать:

*Уперше* для умов Південного Степу України за результатами узагальнення багаторічних наукових досліджень, проведених у стаціонарних дослідах за умов тривалого зрошення темно-каштанового середньосуглинкового ґрунту:

- науково обґрунтовано напрями з оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур для короткоротаційних сівозмін за умов зрошення;
- визначено вплив тривалого зрошення та поєднання різних за способами, прийомами, глибиною та енергоємністю систем основного обробітку ґрунту, органо-мінеральних систем удобрення з використанням листостеблової маси культур сівозміни на формування водного та поживного режимів ґрунту, фітосанітарного стану посівів, урожайності сільськогосподарських культур та продуктивності короткоротаційних сівозмін;

➤ розроблено модель рівноважного балансу гумусу в ґрунті за рахунок оптимізації систем його основного обробітку, удобрення та добору культур у сівозміні.

➤ адаптовано програму AquaCrop для умов Південного Степу України та розроблено моделі сценаріїв підвищення продуктивності сільськогосподарських культур сівозміни в умовах зрошення залежно від елементів технологій вирощування культур та застосування біологічно оптимальних або водоощадних режимів штучного зволоження;

*Удосконалено:*

➤ методичний підхід до визначення впливу досліджуваних факторів на елементи водного режиму ґрунту, ефективність використання культурами короткоротаційних сівозмін поливної води;

➤ агротехнологічні заходи, спрямовані на зниження енергоємності обробітку ґрунту, підвищення економічної ефективності та екологічної безпеки функціонування сівозмін на фоні тривалого застосування штучного зволоження;

➤ комплекс технологічних заходів для покращення фітосанітарного стану посівів та зниження шкодочинності бур'янів, хвороб і шкідників.

➤ визначено вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на динаміку чисельності мікроорганізмів, вміст елементів живлення й гумусу у ґрунті за умов зрошення;

*Набули подальшого розвитку:*

➤ наукові положення з оптимізації гумусного й агрофізичного стану ґрунту за різних систем його обробітку та удобрення в сівозміні;

➤ методичні підходи до проведення комплексної економічної, енергетичної та екологічної оцінок основних параметрів короткоротаційних сівозмін за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення за умов зрошення.

**Практичне значення одержаних результатів.** За результатами узагальнення багаторічних польових, лабораторних та аналітичних досліджень



для збереження та покращення родючості ґрунту, зменшення витрат поливної води, отримання високих, сталих та економічно вигідних урожаїв досліджуваних культур рекомендовано оптимальний добір культур у короткоротаційних сівозмінах із застосуванням біологічно оптимальних режимів зрошення, диференційованої системи основного обробітку ґрунту на фоні органо-мінеральної системи удобрення з сумісним використанням листостеблової маси усіх культур, мінеральних добрив та інокулянтів. Результати досліджень пройшли перевірку в ряді сільськогосподарських підприємств Південного Степу України впродовж 2012-2018 рр., що підтверджено відповідними довідками та актами про впровадження (додатки А.2-А.12).

**Особистий внесок здобувача.** Наукові положення, що виносяться на захист, отримано автором в процесі багаторічної науково-дослідної роботи. Основні результати – ідеї, закономірності, експериментальні дані, моделі, висновки та рекомендації виробництву, отримано особисто дисертантом. Деякі експериментальні дані дисертаційної роботи одержано сумісно з науковими співробітниками й аспірантами відділу зрошуваного землеробства Інституту зрошуваного землеробства НААН, а результати досліджень представлено у наукових публікаціях.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали й основні положення дисертаційної роботи оприлюднено й обговорено на міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних конференціях: Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України» (Інститут зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон, 2009 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку водного господарства і меліорації земель» (Інститут зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон, 2009 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Інтегроване управління меліорованими ландшафтами» (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, 2011 р.); міжнародній науковій конференції «Онтогенез – стан,

проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, 2012 р.); VII міжнародній конференції молодих учених та спеціалістів «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных культур» (ВНИИМК, м. Краснодар, 2013 р.); IX Всеукраїнській конференції молодих учених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні» (Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, м. Київ, 2014 р.); міжнародній науковій конференції «Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, 2016 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах зміни клімату» (Інститут зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон, 2016 р.); регіональній науково-практичній інтернет-конференції «Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи» (Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, 2017 р.); науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології та препарати в системі органічного землеробства Степу» (Інститут зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон, 2018 р.); науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (Подільський державний аграрно-технічний університет, Кам'янець-Подільський, 2018 р.).

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 71 наукову працю, у тому числі: монографій і навчальних посібників – 5; статей у наукових фахових виданнях – 27; статей у закордонних фахових виданнях та у виданнях, занесених до міжнародних наукометричних баз – 4; тез доповідей конференцій – 14; методичних рекомендацій – 8.

**Структура й обсяг дисертаційної роботи.** Зміст дисертації викладено на 420 сторінках комп'ютерного тексту (в тому числі, основна частина – 225 стор.). Робота складається зі вступу, 9 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (516 найменувань, у тому числі –

69, латиницею) і додатків. Текст роботи ілюстрований 33 рисунками, має 68 таблиць, дисертація містить 48 додатків.

Автор висловлює щирю подяку науковому консультанту доктору сільськогосподарських наук, професору, член-кореспонденту НААН Р. А. Вожеговій за методичну та консультаційну допомогу при формуванні схем дослідів, проведенні досліджень та обробці експериментальних результатів. Також висловлює подяку керівникам наукових підрозділів, усім ученим і технічним працівниками інституту, які сприяли виконанню досліджень, узагальнених в дисертаційній роботі. Окремі досліді проводили у творчій співпраці з науковцями Інституту зрошуваного землеробства НААН доктором с.-г. наук М. П. Малярчуком, П. В. Писаренком, кандидатом с.-г. наук Г. М. Ісаковою, старшим науковим співробітником Л. С. Мішуковою. Агрохімічні показники темно-каштанового ґрунту визначалися разом із працівниками лабораторії аналітичних досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН під керівництвом кандидата с.-г. наук Г. М. Куц.

## РОЗДІЛ 1

### СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА ЯК ОСНОВА ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА, ЇХ СУЧАСНИЙ СТАН В УКРАЇНІ ТА СВІТІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

В теперішній час перед світовою аграрною наукою постає складне завдання – досягти продовольчої безпеки і забезпечити збалансоване харчування для всього населення Землі. Статистичні дані ФАО ООН свідчать про те, що в світі понад 800 мільйонів чоловік страждають від хронічного голоду, а приблизно два мільярди – не мають збалансованого харчування та відчувають дефіцит одного або більше мікроелементів [365, 455]. У той же час, понад півмільярда осіб (в основному в країнах Північної Америки та Західної Європи) хворі на ожиріння. Викорінення голоду й недоїдання у XXI столітті вимагає збільшення кількості та якості продуктів харчування поряд із забезпеченням стійкості, ефективності й безпеки їх виробництва. У вересні 2015 року під егідою ООН світовими лідерами було прийнято Порядок денний в галузі сталого розвитку людства до 2030 року – план дій на благо світового населення і благополуччя всієї нашої планети [356, 509]. Серед першочергових цілей сталого розвитку, спрямованих на ліквідацію дефіциту продовольства, голоду, недоїдання та бідності, а також на боротьбу зі змінами клімату, зазначено необхідність розробки інноваційних технологій для підвищення ефективності ведення сільського господарства та зростання обсягів рослинницької продукції [209, 260, 297, 323, 334]. Ось чому існує необхідність оптимізації систем землеробства, в тому числі на зрошуваних землях, з удосконаленням та розробкою сівозмін, систем основного обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин тощо. Крім того, сучасне агровиробництва повинне базуватись на біологізованих засадах, тобто враховувати екологічні наслідки антропогенного впливу на агрофітоценози таких чинників як зрошення, обробіток ґрунту, внесення добрив і пестицидів.

Після масштабного впровадження зрошення на півдні України у 60-70 рр. XX століття найбільше розповсюдження на поливних землях мали зерно-трав'яно-просапні сівозміни, які були спрямовані на задоволення потреб тваринницької галузі у високоякісних збалансованих кормах та мали в своєму складі люцерну, що позитивно впливала на родючість ґрунтів, підвищувала вміст органічних речовин і гумусу. Зараз такі сівозміни використовуються тільки у великих господарствах з розвинутим тваринництвом на площі близько 65-70 тис. га. Такі сівозміни характеризувалися екологічною сталістю і повною мірою забезпечували позитивний баланс гумусу [45, 101, 219].

Починаючи з 90-х років минулого століття та на початку 2000 років ситуація щодо формування сівозмін на зрошуваних землях в Україні кардинально змінилася, що пов'язано з занедбаністю тваринництва та катастрофічним зниженням в сівозмінах питомої ваги кормових культур. Керуючись економічними чинниками агровиробники почали масово впроваджувати промислові системи землеробства з максимальним насиченням таких культур як кукурудза, соя, ріпак озимий [17, 221, 228, 231, 290].

Слід відзначити, що з економічної точки зору найбільш перспективною культурою для зрошуваних площ, яких в Україні залишилося близько 525 тис. га, є соя. Проте з екологічної точки зору вирощування цієї культури призводить до значного виносу органічних речовин з ґрунту і прояву негативного балансу гумусу [75, 77, 125, 399, 409]. Тому гостро постають актуальні питання оптимізації структури посівних площ з обмеження в зрошуваних сівозмінах питомої ваги культур з негативним впливом на родючість, впровадження диференційованих систем обробітку ґрунту, нормування доз мінеральних добрив, а також наукового обґрунтування стратегічних напрямів систем землеробства на зрошуваних землях, спрямованих на одержання не лише високої прибутковості й рентабельності виробництва, а також на розробку та впровадження у виробництво заходів із захисту ґрунтів від виснаження та погіршення екологічної стійкості агроєкосистем.

## 1.1 Історичні аспекти розвитку систем землеробства

Розвиток систем землеробства, як фундаменту агрономії, в сучасних умовах відбувається на основі нових, більш досконалих методів і закономірностей. Вони базуються на сучасних досягненнях точних наук, технічному прогресі й економічній безпеці [56, 74, 113, 146].

Система землеробства – науково обґрунтований комплекс взаємопов'язаних агротехнічних, ґрунтозахисних, меліоративних, природоохоронних і організаційно-економічних заходів, що забезпечують раціональне й ефективне використання землі, агрокліматичних ресурсів біологічного потенціалу рослин, збереження та підвищення родючості ґрунтів й вирощування високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур. Раціональна система землеробства передбачає найдоцільніше поєднання землеробства з іншими галузями, в тому числі, з тваринництвом [10, 26, 46, 113, 124].

В Україні науково-дослідні роботи з питань землеробства розпочалися в кінці ХІХ століття. Вже в 1884 році у Лісостеповій зоні була організована Полтавська, а через деякий час – і Немерчанська дослідні станції. Вони займалися вивченням таких землеробських питань, як роль попередників, чистих парів, обробітку ґрунту, ефективності добрив та ін. На початку ХХ століття у цій зоні інтенсивного землеробства значно розширювалася мережа дослідних установ: вступили в дію Миронівська, Драбівська, Носівська, Харківська, Сумська, Уманська дослідні станції, які, окрім землеробських, почали займатися також питаннями селекції та насінництва [28].

Дослідження питань степового землеробства, обробітку чистих парів, ролі попередників, водного режиму, боротьби з посухою, селекції проводили Херсонська, Одеська, Синельниківська, Плотнянська дослідні станції. Активну участь у розробці сівозмін в Україні брали провідні вітчизняні вчені [17, 183, 369, 389, 395]. Виходячи з природних та історичних умов, агрономічною наукою розроблялись теоретичні основи землеробства. У науково-дослідних

установах, а також у виробничих умовах упродовж тривалого часу вчені вивчали наукові основи землеробства – сівозміни, системи обробітку ґрунту, удобрення тощо. На основі цих досліджень розроблялися окремі системи землеробства [16, 22, 33, 37, 39, 54, 357].

Дослідження, проведені в Україні та інших країнах СНД, свідчать, що завдання обробітку ґрунту в умовах зрошення більш багатосторонні, ніж на незрошуваних землях. Вони відрізняються як строками виконання, так і за найважливішими показниками якості [167, 220, 227, 231, 243 ].

У 60-70-х роках минулого століття в Степу України на зрошуваних землях, як і в неполивних умовах, переважно проводився обробіток ґрунту з обертанням скиби. Тим часом, в неполивних умовах були накопичені переконливі експериментальні дані про ефективність застосування на неполивних землях степових районів, схильних до вітрової ерозії, ґрунтозахисних прийомів обробітку ґрунту з використанням знарядь безполицевого типу [47, 55, 201, 375].

Після земельної реформи з'явилося багато фермерських господарств з невеликою площею орних земель. Тож логічно, що зміни економічного, організаційно-господарського характеру та підвищення посушливості клімату призвели до відродження примітивних систем землеробства з відповідними трипільними зерно-паровими сівозмінами [313].

Узагалі, парова система виникла на базі перелогової ще в період феодалізму. Найбільш поширене було наступне чергування культур – чистий пар, два роки жито або пшениця, іноді останнім полем висівали ячмінь ярий. Пізніше, за подальшого вдосконалення трипільних сівозмін у зонах достатнього зволоження, чистий пар замінювали зайнятим, а на останнє поле, за теплої зими та зимостійких сортів на зміну ярому прийшов ячмінь озимий. У посушливих зонах різних країн світу трипільна сівозміна існує й до сьогодні. Так, у США, Канаді та інших державах практикується максимально звужена спеціалізація сівозмін з моделлю простого 2-3-пілля [33, 318, 458, 513].

Під час освоєння цілинних земель у Радянському Союзі академік О. Бараєв широко пропагував зерно-парові трипільні сівозміни. Він був переконаний, що для частини вкрай посушливих районів Казахстану, освоєння таких сівозмін вигідне. Сівозміни з короткою ротацією створюють найбільш сприятливі умови для накопичення вологи в паровому полі, боротьби з бур'янами, їх можна швидко освоїти. Встановлено, що на Одещині в трипільних зерно-парових сівозмінах можна стабільно вирощувати по пару пшеницю озиму та ячмінь озимий. У степовій зоні Криму останнім часом зерно-парові трипільні сівозміни також набули широкого розповсюдження. Найбільш поширеними є трипільні сівозміни: пар – пшениця озима - пшениця озима та пар – пшениця озима – ячмінь озимий [439].

Наприкінці XVIII століття вчені дали наукове визначення та обґрунтування системі землеробства стосовно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Вони відрізняли одну систему землеробства від іншої за способом відновлення родючості ґрунту, правильного поєднання тваринництва з посівами зернових і кормових культур, вважаючи основними ознаками системи землеробства співвідношення між земельними угіддями (луками та ріллею) і різними групами культур, а також способів відновлення і підвищення родючості ґрунту. Ряд дослідників під системою землеробства розуміли спосіб використання земельних ресурсів господарства, а основними ознаками різних систем вважали спосіб підвищення продуктивності землі, співвідношення посівів зернових, технічних і кормових культур [17, 211, 298, 347, 350].

В. Р. Вільямс [56] дещо звужив поняття систем землеробства. Вважаючи основним засобом відновлення ґрунтової родючості з допомогою органічних речовин і водотривкості структури ґрунту, під системою землеробства він розумів систему відновлення родючості та тривкої структури орних земель. Таке визначення має односторонній характер, оскільки дане формулювання не враховує економічну сторону системи землеробства, тобто співвідношення земельних угідь і структури посівних площ вирощуваних культур. Автор помилково пропонував для всіх ґрунтово-кліматичних зон лише одну систему



землеробства – травопільну. При цьому дещо спрощено розглядалось завдання підвищення родючості ґрунту. У боротьбі за її підвищення В. Р. Вільямс перебільшив значення біологічних факторів і недооцінив виробничу дію і вплив людини на родючість ґрунту [32, 56, 273].

Багато вчених під системою землеробства розуміли певний спосіб використання землі, який визначається співвідношенням посівних площ кормових, технічних і зернових культур, тобто культур, які виробляють або ж не виробляють гній, що докорінно впливає на відновлення родючості. Для різних ґрунтово-кліматичних зон Д. М. Прянишников пропонував різні системи землеробства, але для регіонів з достатнім і нестійким зволоженням перевагу надав плодозмінній системі, для якої характерні сівозміни з сумісним чергуванням різнорідних груп культур: бобові багаторічні трави – озимі – просапні – ярі зернові [30, 35, 46, 96, 282, 333].

З розвитком капіталізму, торгового землеробства та спеціалізації сільського господарства у другій половині ХІХ століття виникло поняття «система господарства», яке мало більш широкий, переважно економічний зміст, що включає в себе виробничий напрямок господарства та систему землеробства. Систему господарства розрізняли за головним ринковим продуктом, від реалізації якого отримують основну частину прибутку. Процес спеціалізації, який відмежовує один від одного різні види виробництва та переробки продуктів, проявляється і в землеробстві, створюючи спеціалізовані райони землеробства, де відбувається обмін не тільки між різними продуктами сільського господарства, а й промисловості. Отже, з виникненням поняття «система сільського господарства» систему землеробства стали розглядати як її складову частину і основу вказаного поняття [8, 33, 36, 124, 273].

На першому етапі розробки та освоєння системи землеробства в будь-якій природній зоні має значення не просто констатація місцевих умов і особливостей, але не менш важливо точно виявити причини, які обмежують і стримують одержання високих і сталих урожаїв. З цього приводу Дж. У. Кук (1970) [195] писав: «Безперервний розвиток в землеробстві вкрай важливий для

прогресу; як тільки досягнуто яке-небудь просування, стає очевидним наступний стримуючий чинник, і його необхідно позбутись з допомогою досліджень. Цикли покращень проходять зараз дуже швидко і нездатність усунення стримуючих чинників рухатись вперед на кожному етапі розвитку, може зробити ту або іншу сільськогосподарську систему невігідною» [195, 212, 332].

Причини, що стримують одержання високих і сталих урожаїв, можуть бути в землеробстві надзвичайно різноманітними. Нерідко вони пов'язані з особливостями клімату: нестачею або надмірністю опадів, нерівномірністю їх розподілу, суворими морозами в зимовий період, недостатньою тривалістю вегетаційного періоду, різким коливанням температури і т. д. [453]. Не менш важливе значення мають причини, що обумовлені особливостями ґрунтів, станом їх родючості та ступенем окультуреності. Серед них слід зазначити, в першу чергу, такі як несприятливий гранулометричний склад ґрунту, низький вміст гумусу, підвищена кислотність чи лужність, надмірно висока щільність складення та інші. Невдачі можуть виникнути також через неправильне використання землі: стихійне формування структури посівних площ, порушення технологічних процесів вирощування окремих польових культур, пошкодження хворобами та шкідниками, пригнічення росту й розвитку рослин внаслідок значного забур'янення посівів. Усі ці фактори повинні враховуватись при розробці загального агротехнічного та технологічного комплексу в системі землеробства стосовно специфічних особливостей зони, регіону. Тому система землеробства повинна будуватись на основі глибокого аналізу і всебічного врахування природних, економічних і організаційно-господарських умов сільськогосподарського виробництва [9, 93, 136, 151, 178].

Залежно від стану і динаміки показників родючості ґрунту, особливо таких як гранулометричний склад, потужність орного шару, вміст і запаси гумусу, біологічна активність, реакція ґрунтового розчину, наявність доступних форм фосфору, калію та азоту, агротехнічні заходи будуть набувати різного значення і повинні певним чином змінюватись. У зв'язку з цим вести мову про

який-небудь закінчений комплекс технологічних рішень (у зоні або окремому господарстві) можна лише стосовно до певного рівня спеціалізації та енергооснащеності, а також рівня культури землеробства та інтенсифікації сільського господарства [83, 84, 88, 89, 90, 139].

Практики століттями намагались за рахунок багаторазового механічного обробітку ґрунту знищити бур'яни і підвищити ефективність землеробства. Відомо, що інтенсивний обробіток ґрунту сприяє активізації аеробних процесів і мінералізації органічної речовини, внаслідок чого нагромаджується значна кількість нітратів, а також рухомих форм фосфору та калію. Водночас у степових південних районах для запобігання вітрової ерозії ґрунту необхідно скорочувати число розпушень й особливо з обертанням скиби. Безсистемний обробіток сухого і перезволоженого ґрунту, особливо важкого гранулометричного складу, за якого створюються на поверхні великі грудки, які подрібнюють наступними поверхневими обробітками, призводить до сильного розпорошення ґрунту, що значно зменшує його стійкість до водної і вітрової ерозії [132, 145, 163, 200, 244, 294].

Застосування інтенсивного обробітку ґрунту досить часто сприяє втратам великої кількості вологи. Пухкі, розпорошені ґрунти не дають змоги заробити насіння культурних рослин на задану глибину, а при випаданні опадів такий ґрунт запливає, на його поверхні створюється кірка, що різко зменшує польову схожість і, як наслідок, урожайність сільськогосподарських культур. Поряд з цим інтенсивний обробіток, розпорошуючи ґрунт, призводить до надмірного його ущільнення тракторами, машинами та знаряддями, внаслідок чого різко погіршуються такі важливі властивості, як пористість, водопроникність, вологоємність, що негативно впливає на формування високих урожаїв [1, 248, 362, 369, 402, 412].

Інтенсифікація промислового виробництва спричинює зміну багатьох задач обробітку ґрунту, основними з яких стають: посилення протиерозійної стійкості ґрунту, сповільнення мінералізації гумусу, поліпшення

використання післяжнивних решток, забезпечення екологізації систем землеробства тощо [27, 180, 363, 434].

## **1.2 Вплив мінімізованих систем основного обробітку ґрунту й удобрення в польових сівозмінах на формування біологічної активності, агрофізичних властивостей, водного та поживного режиму ґрунтів**

Основний обробіток ґрунту завжди був, і поки що залишається, основою, на якій базуються всі системи землеробства, і є одним із найважливіших агротехнічних заходів в технологіях вирощування сільськогосподарських культур, який істотно впливає на агрофізичні властивості, водний і поживний режими ґрунту та формує напрями протікання ґрунтотворних процесів [27, 64, 222, 444].

Технології обробітку ґрунту по-різному впливають на окремі шари орного і підорного горизонтів. На відміну від органічних і мінеральних добрив, механічний обробіток не додає в ґрунт речовину чи енергію, а спричиняє істотні зміни в співвідношенні твердої, рідкої та газоподібної фаз ґрунтової системи [21, 64, 125].

Способи і глибина основного обробітку під сільськогосподарські культури та системи обробітку в сівозмінах на зрошуваних землях, що формуються відповідно до спеціалізації господарств, повинні бути спрямовані на зменшення витрат антропогенної енергії, зниження темпів мінералізації органічної речовини та запобігання деградаційним процесам [236, 228].

На сучасному етапі розвитку галузі землеробства зроблено теоретичне обґрунтування з подальшим практичним застосуванням двох способів основного обробітку ґрунту: з обертанням і без обертання скиби, які можуть бути глибокими, мілкими або поверхневими. Крім того, кожний із способів обробітку має значне число прийомів. Так, безполицевий обробіток може бути плоскорізним, чизельним, дисковим; полицевий – звичайною, двоярусною, плантажною та культурною оранкою [61, 201, 230].

Полицевий обробіток до цього часу посідає пріоритетне місце в сільськогосподарському виробництві, особливо на зрошуваних землях в зоні Південного посушливого і Сухого степу з чорноземами південними, темно-каштановими і каштановими ґрунтами різного ступеню осолонцювання, щільність будови яких в непорушеному стані досягає  $1,41-1,45 \text{ г/см}^3$ . Крім того, значну площу на цих землях займають інтразональні землі замкнених понижень (подів) з осолоділими відмінами відповідних ґрунтів на оглеєному лесі, щільність будови яких досягає  $1,48-1,52 \text{ г/см}^3$  і практично є критичною для всіх сільськогосподарських культур, крім аборигенів Сухих степів – ковили та типчаку. Тому системи основного обробітку на цих територіях в своєму розвитку до цього часу, в переважній більшості, базувалися на застосуванні плугів з полицями різних модифікацій. Водночас провідні вчені в галузі землеробства такий обробіток не оцінюють як безальтернативний. В історії розвитку поглядів на обробіток ґрунту час від часу відзначались переваги безполицевого мілкого і поверхневого обробітку та сівби в попередньо необроблений ґрунт [85, 161, 201].

На Півдні України впродовж останніх років привертає увагу науковців і виробників безполицевий обробіток з використанням ґрунтообробних знарядь з робочими органами чизельного та дискового типу, а також застосування сівалок для сівби в попередньо необроблений ґрунт. Перевага безполицевого обробітку ґрунту під пшеницю озиму, ячмінь та жито підтверджується даними Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН [220, 230].

Безполицевий мілкий обробіток з кожним роком усе більше поширюється у виробництві, при цьому його ефект визначається, передусім, урожаєм вирощуваних культур, підвищенням продуктивності праці та зменшенням витрат непоновлюваної енергії [221].

Впродовж останніх років науковими установами НААН України, що функціонують у зоні Степу, накопичено вагомий експериментальний матеріал з питань застосування безполицевого способу основного обробітку ґрунту,

водночас наукові дані про його вплив на ґрунт суперечливі й свідчать не лише про позитивний, але й про негативний вплив на фізичний, хімічний, біологічний та фітосанітарний стан. З одного боку, за цього способу обробітку дещо покращується водний режим ґрунту і його протиерозійна стійкість, а з іншого, спостерігається збільшення забур'яненості посівів та чисельності хвороб і шкідників [24, 110, 266].

Ураховуючи те, що ґрунтовий покрив зони представлений чорноземами звичайними та південними, агрофізичні властивості яких навіть у рівноважному стані є оптимальними для більшості сільськогосподарських культур, включно з корене- й бульбоплодами, а також темно-каштановими різного ступеня осолонцювання, лучно-каштановими та лучно-чорноземними ґрунтами, що є оглеєними відмінами, приуроченими до замкнених понижень (подів), агрофізичні властивості яких є граничними для сільськогосподарських культур, єдиного підходу до вибору способу й глибини основного обробітку ґрунту бути не може [67, 163, 166, 167, 212].

Основний обробіток кожної ґрунтової відміни в зоні Степу повинен бути спрямований на накопичення і збереження ґрунтової вологи, створення сприятливих умов мінерального живлення рослин, збереження й підвищення родючості ґрунту та поліпшення фітосанітарного і меліоративного стану в агроценозах [177, 313, 444].

В умовах посушливого Південного Степу України головним фактором, стримуючим отримання високих урожаїв практично всіх сільськогосподарських культур, є волога. Тому накопичення і збереження вологи в ґрунті та економне її використання є пріоритетним завданням сучасного землеробства. Найважливіша роль в цьому належить основному і передпосівному обробітку ґрунту [310, 372, 502].

Особливо важливе значення в накопиченні вологи в ґрунті обробіток набув в останні десятиріччя, що пов'язано з підвищенням посушливості клімату в регіоні. За останні сорок років середньорічна температура у південному Степу підвищилася на 2<sup>0</sup>С, в тому числі у березні і квітні на 1,3 та 1,6<sup>0</sup>С, а у вересні і

жовтні на 2,9, 1,8°C відповідно [73]. Річна кількість опадів за цей період дещо зменшилась, але не так істотно як у весняний та осінній період. Так, у березні, вересні та жовтні їх кількість знизилась у два рази [51, 62, 63, 102, 268, 284]. Це ускладнює проведення як основного так і передпосівного обробітку ґрунту.

Важливе значення для підвищення продуктивності рослин в умовах зрошення належить заходам обробітку ґрунту. В умовах недостатнього та нестійкого зволоження з прогресуючими ерозійними процесами, що характерно для зони Степу, перспективною на даному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва є ґрунтозахисна водо-енергозберігаюча система обробітку ґрунту. Впровадження диференційованої системи обробітку ґрунту, об'єднання агротехнологічних операцій, проведення «прямої сівби» без попередньої підготовки ґрунту дозволяє зменшити на 25-35% енергетичні витрати і на 10-15% об'єм поливної води [231, 235, 236].

Запропоновано спосіб оптимізації водного режиму ґрунту при поливах дощуванням, за допомогою якого створюється додатковий об'єм для накопичення вологи за рахунок розпушування ґрунту. Обробіток проводиться спеціальним навісним знаряддям, в якому за глибокорозпушувачем йде колесо з декількома лопатами. Такий обробіток рекомендовано застосовувати на важких та середніх за гранулометричним складом ґрунтах як на широкорядних, так і на посівах звичайного рядкового способу сівби [378].

Науковими дослідженнями встановлено, що за питомої ваги поливних земель у господарстві 15-20% до площі ріллі, під зернові культури доцільно відводити до 30% площі, під кормові – 50-70%. У господарствах з розвинутим зрошенням частка зернових культур у структурі посівів може бути збільшена до 45-50%, а під кормовими культурами при цьому скорочена до 20-30% [281].

Удосконалення структури посівних площ сільськогосподарських культур необхідно проводити в напрямку розширення питомої ваги багаторічних трав з 38,0% до 50-55% в кормовій групі. Це стабілізує виробництво кормів та є важливим засобом збереження родючості ґрунтів. Розширення площі багаторічних трав доцільно проводити за рахунок зменшення площі посівів

однорічних трав, технології вирощування яких є більш енерговитратними [148]. Сучасний стан аграрного виробництва вчені визначають як стан хіміко-механічного землеробства, яке стає дедалі енергонасиченішим та спеціалізованішим. Як відомо, його дія негативно позначається на навколишньому середовищі та якості продукції рослинництва [269, 272, 274].

Окремі елементи технології кожної культури важливо гармонійно вписати в технологічний процес її вирощування. Вітчизняна наука і виробництво пережили цілу низку технологій (інтенсивну, енергоощадну, ґрунтозахисну, індустріальну та ін.), які у певні періоди розвитку країни відіграли значну роль у підвищенні врожайності всіх сільськогосподарських культур, однак не завжди забезпечували охорону довкілля та повне розкриття біологічного потенціалу культурних рослин [292, 293, 304].

Отримання максимального врожаю можливе завдяки створенню оптимальних умов для росту рослин. При цьому врожай є результатом дії низки природних чинників, таких як світло, тепло, повітря, волога, стан ґрунту, наявність поживних речовин, а також впливу механізованих операцій з обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби тощо [156, 350].

Сучасна технологія має сприяти реалізації біолого-генетичного потенціалу гібридів і сортів широкого спектра культур, гармонійно вписуватись у сівозміну, бути енергоощадною, забезпечувати високу врожайність культурних рослин і якість продукції, зберігати родючість ґрунтів та послабляти шкідливу дію антропогенних чинників на навколишнє природне середовище [52, 174, 194, 320, 334].

На ареал усіх сільськогосподарських культур вагомий вплив у майбутньому матиме адаптивна селекція. Створення і впровадження високопродуктивних, екологічно стійких сортів та гібридів сприятиме розширенню посівних площ тих культур, які в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах забезпечуватимуть більш вагомі результати [327, 343, 356].

За сучасних умов землеробства зростатиме кількість господарств, що матимуть невелику площу землекористування, обмежений набір культур і



вужьку спеціалізацію, яка не потребує вирощування широкого набору культур [47, 336, 361].

У такому разі, саме для невеликих за площею господарств виникає потреба в розробці найоптимальнішої форми організації території землекористування на базі запровадження вужькоспеціалізованих сівозмін з короткою ротацією. Побудова таких сівозмін має здійснюватися за суто науковими принципами, головний з яких науково обґрунтоване розміщення і чергування культур за законами плодозміни. Саме цей фактор є основою високої і стабільної продуктивності культур, збалансованості показників, зокрема, фітосанітарного стану посівів на фоні всіх заходів інтенсифікації землеробства [7, 169, 202, 357].

На сучасному етапі розвитку АПК структура посівних площ на зрошуваних землях залежить від організаційно-господарських можливостей і спеціалізації агроформувань, які склалися і мають перспективу подальшого розвитку й удосконалення. В інституті зрошуваного землеробства НААН розроблено й науково обґрунтовано системи ведення землеробства на зрошуваних землях для господарств різної величини і спеціалізації з урахуванням господарсько-економічних та еколого-меліоративних показників. У структурі посівних площ на зрошуваних землях великотоварних багатогалузевих сільськогосподарських підприємств, де функціонують тваринницькі ферми з поголів'ям великої рогатої худоби, кормові культури – люцерна, кукурудза на силос і зелений корм, багатокомпонентні злаково-бобові сумішки мають займати 30-35%, зернові – 30-50, технічні та інші культури 15-20% [101, 133, 227, 254, 271].

«Нульові» технології вирощування сільськогосподарських культур, що передбачають відмову від основного обробітку ґрунту і базуються на прямій сівбі спеціальними сівалки у розпушені вужькі борідки, належать до категорії високого ризику, негативно впливають на агрофізичні властивості чорноземів і не можуть розглядатися як вологоощадні, екологічно і економічно прийнятні в незрошуваному землеробстві південного посушливого Степу. «Пряма сівба»

озимих і ярих культур без основного обробітку ефективна при застосуванні посівних комплексів типу «Амазоне», які в єдиному технологічному процесі здійснюють сівбу насіння і суцільний роторний обробіток ґрунту. Така технологія розв'язує одне з найбільш складних питань "нульового" обробітку і «прямої сівби», а саме: підвищення ефективності використання добрив та біологічного потенціалу чорнозему, дає змогу сформувати стійкий проти бур'янів агроценоз культур суцільної сівби і врожай на рівні або вище традиційної для регіону агротехніки [6, 113, 362, 363, 364].

За результатами досліджень [20, 40, 49, 88] чорноземи звичайні та чорноземи південні мають середньозважений вміст гумусу 2,3-2,9%. В зрошуваних ґрунтах спостерігається тенденція загального зниження вмісту гумусу. За період з 8-го по 9-ий тури агрохімічного обстеження середньозважений показник гумусу по масиву, знизився в середньому на 0,08%.

Кількісний вміст гумусу в ґрунтах підпорядкований зональності й зумовлений особливостями їх генезису (тип ґрунтоутворення, гранулометричний склад тощо). Така закономірність підтверджується результатами еколого-агрохімічного обстеження ґрунтів Херсонської області, яка є типовою для зони зрошення в регіоні Сухого Степу України [75, 76, 83, 125, 380, 386].

За період 1998-2007 рр. середньозважений показник вмісту гумусу в ґрунтах знизився на 0,12%, в середньому з 2,45 до 2,33%. Найбільше зниження вмісту гумусу спостерігається в ґрунтах Каховського ЗМ. Недостатні дози внесення мінеральних та органічних добрив не забезпечують відтворення родючості зрошуваних ґрунтів в регіоні Сухого Степу України. Врожаї сільськогосподарських культур останніх років здебільшого є результатом вичерпування винятково природної родючості ґрунту. Основним шляхом підвищення родючості ґрунтів є науково-обґрунтована система технологій вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням вимог охорони навколишнього середовища [59, 75, 76, 89, 125].

Оскільки поживний режим ґрунту та рівень забезпечення сільськогосподарських культур елементами живлення знаходиться в прямій залежності не лише від застосування добрив, а й від інших факторів, то використання органічних і мінеральних добрив повинно бути тісно пов'язане з усіма заходами землеробства: обробітком ґрунту, освоєнням сівозмін, зрошенням, меліорацією, вапнуванням, гіпсуванням та з особливостями вирощування сільськогосподарських культур. Тобто найбільш ефективним способом використання добрив можна признати лише такий, коли їх застосування є однією зі складових частин сучасних систем землеробства [77, 335, 349, 366, 404].

За даними вчених [66, 82, 83, 196, 256, 346], підвищення урожайності сільськогосподарських культур забезпечується на 50% застосуванням добрив, на інші заходи (агротехніку, сорти, меліорацію тощо) припадає 25-30%. За повідомленнями науково-дослідних установ США приріст урожайності в цій країні у першій половині ХХ століття на 41% залежав від застосування мінеральних добрив, 15-20 – від гербіцидів, 15% приросту припадало на більш досконалу агротехніку, 8 % – на гібридне насіння і 16-21 % на інші фактори [301, 491].

За повідомленнями вчених [83, 288, 387] широке застосування добрив, особливо мінеральних, в поєднанні з науково обґрунтованим чергуванням культур у сівозміні та захистом рослин від хвороб і шкідників. У країнах Західної Європи в другій половині ХХ століття сприяло значному зростанню врожаїв зернових культур. Наведені дані свідчать, що за 1970-1995 рр. врожайність зерна пшениці озимої у Великобританії та Франції зросла в 1,8-1,9 рази, а в Китаї – в 3 рази. Майже в стільки разів збільшилась і продуктивність ячменю ярого. Урожайність всіх зернових в цих країнах досягла у 1995 р. – 4,55-6,98 т/га [471, 483, 489].

Дотримання сівозмін і внесення органічних добрив дозволяють більш економно використовувати мінеральні добрива та хімічні засоби захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Більш вимогливими до чергування

культур є пшениця озима і буряк цукровий, менш вимогливими – соняшник, кукурудза на зерно і ячмінь озимий [16, 22, 202, 413-415].

Добрива сприяють більшому зростанню врожаїв в беззмінних посівах, ніж в класичних сівозмінах. Однак, компенсувати відсутність сівозміни хімічними засобами (мінеральні добрива та пестициди) недоцільно як з економічної, так і з екологічної точок зору [34, 37, 52, 365, 409].

Частка ґрунтової родючості в формуванні врожайності культур, що вирощуються за технологіями «No-till» в сівозміні на удобреному фоні, становить 82,8-91,9% для пшениці озимої, соняшнику і кукурудзи на зерно, а для буряків цукрових та ячменю озимого – 64,2-68,3%. Частка ґрунтової родючості в формуванні врожайності пшениці озимої знижується в міру розміщення культури за попередниками, що звільняють поле пізніше. У той же час, зниження врожайності пшениці озимої при її розміщенні після пізніх попередників, порівняно з ранніми, значно вище, ніж приріст урожайності від добрив при розміщенні культури після попередників, що пізно звільняють поле [37, 39, 256, 259, 358, 511].

Більш інтенсивні сорти пшениці озимої характеризуються і більшою вимогливістю до рівня ґрунтової родючості. Вони здатні реалізовувати свій, більш високий генетичний потенціал урожайності на більш родючих ґрунтах та після кращих попередників [48, 52, 60, 314].

Перехід до інтенсивних систем землеробства здійснюється шляхом удосконалення існуючих через формування відповідної структури посівних площ, набору й чергування сільськогосподарських культур з оптимізованими системами обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин [6, 22, 33, 36, 101 320].

Відновлення родючості ґрунтів неможливе без поєднання галузей рослинництва і тваринництва при одночасному пошуку альтернативних шляхів самозабезпечення господарств власними джерелами енергії, азотом і достатньою кількістю органічного субстрату для досягнення бездефіцитного балансу органічної речовини ґрунту [41, 77, 269, 440, 508].

Дотримання екологічних принципів при побудові сучасних систем землеробства дозволить заощадити величезні фінансові кошти за рахунок попередження, а не боротьби з негативними наслідками необґрунтованих заходів. Вони супроводжуються також величезними соціальними вигодами [42, 53, 283, 458].

Ефективним напрямком ресурсозбереження при вирощуванні сільськогосподарських культур є впровадження технології «No-till» – застосування «прямої сівби», тобто сівби в попередньо необроблений ґрунт. Систему землеробства «No-till» широко використовують в Аргентині, Канаді, США, ряді європейських країн з високорозвиненим сільськогосподарським виробництвом на загальній площі понад 100 млн га. У світовому землеробстві «пряма сівба» асоціюється з технологією вирощування високих і якісних урожаїв конкурентоспроможної продукції на основі ресурсозбереження, бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті і мінімальної шкоди для навколишнього середовища [365, 515].

В основі технології «прямої сівби» лежить відмова від усіх видів обробітку ґрунту, тобто сівбу проводять по стерні попередньої культури без попереднього обробітку ґрунту. Рослинні рештки залишаються на поверхні, створюючи відповідне покриття ґрунту листовою масою попередніх культур. Єдиним втручанням в стан ґрунту є прорізання посівної борозни при сівбі. Однак, незважаючи на це, «пряму сівбу» не можна сприймати як просту відмову від окремих агротехнічних заходів. Вона повинна розглядатися як спеціальна технологія, яка прирівнюється до інших технологій в рослинництві [180, 276, 402, 461, 495].

В Російській Федерації технологія «прямої сівби» в останні роки освоюється в Самарській, Оренбурзькій, Липецькій, Орловській областях і в ряді інших регіонів. Незважаючи на те, що господарства Саратовської області вже впродовж декількох років використовують сівалки для «прямої сівби», наукові дослідження з адаптації технології до зональних умов до теперішнього часу не проводилися [19, 276, 364].

Вільноживучі, несимбіотичні азотофіксуючі мікроорганізми здатні засвоювати азот з повітря, не перебуваючи в симбіозі з рослиною. Щорічна кількість азоту, привнесена шляхом несимбіотичної фіксації, становить приблизно 7 кг азоту на гектар. Ця величина визначена при застосуванні традиційної системи землеробства. Існують деякі дослідження, які вказують на те, що при використанні системи землеробства No-till ми можемо очікувати фіксацію азоту несимбіотичними мікроорганізмами більшою в 2,5 рази. Створюючи активніші популяції мікроорганізмів за системи No-till, ми можемо продовжувати підвищувати рівень фіксації азоту. Існує потенціал секвестрації більшої кількості вуглецю, коли спостерігається підвищення рівня фіксації азоту мікробами. У міру використання більшої кількості покривних культур, особливо бобових, відбудеться збільшення доступного азоту [50, 144, 388].

Завдання оптимізації землеробства завжди вважалися вельми трудомісткими через величезну кількість результативної інформації, яку необхідно обробити і проаналізувати для прийняття обґрунтованих рішень з планування та ведення процесу з отриманням достовірних оцінок і потрібних кінцевих результатів [107]. Ця інформація включає сукупність природних, економічних і соціальних показників, які взаємодіють і впливають один на одного, і надають комплексний вплив на результат [95, 243, 264, 265, 504].

Слід відзначити, що пропонується новий підхід до комп'ютерного моделювання системи землеробства на основі морфологічного дослідження об'єкта проектування і формування баз даних, що включають необхідну інформацію про ґрунти конкретного господарства і дозволяють реалізувати всі принципи й правила ресурсозберігаючого землекористування, адаптовані до місцевих локальних умов [44, 91, 103, 169, 172].

Наприкінці ХХ – початку ХХІ ст. у зв'язку з земельною реформою та створенням нових формувань (державних, приватних, орендних і фермерських) науково-дослідні установи спрямували свої експериментальні дослідження на розробку спеціальних (овочевих, бурякових, зернових) сівозмін із короткими ротаціями, з відповідним набором і співвідношенням культур, які б забезпечили

збереження родючості ґрунтів, реалізацію потенційної урожайності польових культур та підвищення продуктивності землеробства. У зв'язку з цим важливими є програмні питання прикладних і фундаментальних досліджень з розробки та удосконалення системи сівозмін різної ротації відповідно до прийнятої структури посівних площ і завдань з виробництва товарної продукції (зерна, олії, цукро-сировини, кормів) для господарств різної спеціалізації, розмірів, форм господарювання й організації в різних ґрунтово-кліматичних умовах [33, 34, 36, 160, 167, 290].

Вирішуються принципові для землеробства питання: максимально можливого й економічно виправданого насичення сівозмін конкурентоспроможними культурами, а також питання ефективності проміжних культур із використанням на зелений корм і сидерат, побічної продукції, що певною мірою послаблює біологічну несумісність і самонесумісність культур [134, 202, 288].

За рахунок таких агрономічних заходів відбувається біологізація землеробства та розробляються теоретичні основи формування біологічного землекористування на перспективу [28, 54, 168, 169, 440].

Сучасна практика господарств із запровадження систем землеробства і сівозмін засвідчує, що в природно-економічних умовах України жодна із систем землеробства минулого неприйнятна. Потрібно розробляти, удосконалювати, впроваджувати системи землеробства різного рівня інтенсифікації, зокрема біологічного, до якого входить усе цінне з перелогової, парової, травопільної, просапної та інших систем, допускається введення в господарствах конкретних інтенсивних сівозмін різних типів і видів. Із урахуванням кон'юнктури ринку потрібно буде практикувати динамічні сівозміни, які дають можливість господарю реагувати на монетарний характер ринку, дотримуючись наукових принципів чергування культур. На кожному полі має бути сівозмінна розгорнута в часі, адаптована до ґрунту. У сучасних умовах інтенсифікації землеробства дещо змінюються встановлені критерії оцінки принципів побудови сівозмін, сумісність культур у повторних посівах і

насиченість сівозмін зерновими та іншими культурами з урахування ринкових, організаційно-господарських та природних умов [256, 259, 261, 309, 365].

З економічної аргументації можлива максимально звужена спеціалізація з моделлю простого 2-3-пілля, а інколи і монокультури окремих культур, що спостерігається в США і Канаді. У кожному такому випадку заради економічних мотивів доводиться рахуватися з обмеженням кількості культур у сівозміні. Для отримання врожаю на високому рівні в спрощених системах і в монокультурі застосовують складний і недешевий арсенал технологічних елементів, що включає також інтенсивний захист посівів хімічними засобами, які при їх концентрації зрештою породжують екологічні проблеми [468, 494, 499, 500].

В західних районах України ведення землеробства відбувається за умов надмірного зволоження, а на Півдні – недостатнього. І навпаки, кількість тепла зменшується з Півдня на північний Схід, де його буває недостатньо для вирощування теплолюбних культур. У природних умовах окремих зон України кращі результати забезпечує поєднання озимих культур із ранніми і пізніми ярими зерновими, з технічними, кормовими. Завдяки цьому краще використовуються тепло і волога та інші фактори росту і розвитку рослин у період вегетації та формується вища врожайність. У той же час, виходячи з конкретних умов і спеціалізації, у сівозмінах потрібно передбачати оптимальну концентрацію найбільш конкурентоспроможних і прибуткових культур [167, 232, 324].

Наполеглива робота вчених і спеціалістів сприяла створенню певних систем землеробства для окремих зон України, які запроваджуються і в сучасних умовах. Зерно-паро-просапна система землеробства розроблена для посушливих лісостепових і північних та центральних степових районів. Тут більшу частину ріллі займають зернові та просапні (кукурудза, соняшник, частково буряки цукрові) культури, які поєднуються з чорним паром. Для дуже посушливих південних і південно-східних районів Степу найефективніші зерно-парова і зерно-паро-просапна системи землеробства. У цих системах зернові культури з перевагою озимої пшениці займають більшу частину ріллі.



Під чорний пар також відводяться значні площі, а невеликі – під просапні культури (соняшник, кукурудзу, сорго) [2, 3, 8, 9, 126, 136].

### **1.3 Фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку та удобрення**

Найважливішими факторами подальшої стабілізації і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є забезпечення інтенсивних технологій вирощування методами і засобами захисту від шкідників, хвороб та бур'янів. Особлива увага приділяється розробці принципово нових та удосконаленню існуючих методів і засобів діагностики, контролю та прогнозу найбільш небезпечних шкідливих видів, здатних спричинити погіршення фітосанітарної ситуації в Південному Степу України [7, 138, 141].

В даний час як в Україні, так і за кордоном створені й успішно функціонують різні системи фітомоніторингу. Відмінності між такими системами існують лише у науково-методичному або матеріально-технічному забезпеченні, а також у масштабі і рівні дії. Зазвичай фітомоніторинг проводиться на регіональному, обласному, районному і господарському рівнях [12, 110, 158].

За результатами досліджень доведено, що фітосанітарні умови в посівах основних сільськогосподарських культур в багатьох регіонах України продовжують залишатися кризовими. Загрозливо збільшується кількість необроблюваних земель, спрощуються технології обробітку ґрунту, зменшуються дози внесення органічних і мінеральних добрив, ігнорується блок захисту рослин. У ситуації, що склалася в галузі землеробства і рослинництва слід очікувати великомасштабних спалахів як традиційно домінантних шкідливих видів, так і раніше другорядних, але які трансформувалися впродовж останніх років в екологічно найнебезпечніших фітофагів. Підтвердженням цьому служать дані фітомоніторингу шкідливої біоти в посівах основних сільськогосподарських культур [152, 190, 503].

Виробнича діяльність людини призводить до порушення природних взаємозв'язків в агроекосистемах, створює дуже сприятливі умови для шкідливих організмів і тому потребує постійного штучного обмеження їх чисельності та поширення за допомогою різних методів. На посівах кукурудзи налічується десятки видів шкідників, збудників небезпечних хвороб, злісних бур'янів, які спроможні знищити 30-50% урожаю зерна, а іноді 70-100%. На перший погляд для ліквідації величезної кількості небажаних об'єктів виникає необхідність у проведенні 3-5, а при масовому поширенні – 5-7 хімічних обробіток за вегетаційний період. Проте сумний досвід масового використання пестицидів у 50-70 рр. минулого століття, коли захист рослин будувався на принципах тотального знищення шкідливих організмів в агроценозах, свідчить про помилковість такого підходу. Виникнення резистентності (стійкості шкідників до дії пестицидів), суттєве забруднення довкілля залишками хімічних препаратів та дуже високі витрати на застосування фітофармзасобів обумовили пошук нової концепції захисту рослин, яка б базувалася на комплексному використанні методів [296, 464, 511].

Сучасний інтегрований захист рослин передбачає управління популяціями шкідливих організмів у межах конкретних агробіоценозів за допомогою застосування оптимальної для конкретних умов системи заходів з метою оптимізації фітосанітарного стану посівів. Головною передумовою інтегрованого захисту рослин є фітосанітарний моніторинг і прогноз шкідливих організмів, який повинен представляти собою систему збору, накопичення, аналізу і використання фітосанітарної інформації з метою цілеспрямованого й оптимального проведення заходів захисту рослин [110, 315, 407].

Для запобігання цим небажаним явищам і запроваджуються інтегровані заходи захисту, в тому числі організаційно-господарські, агротехнологічні, біологічні, фізико-механічні, генетичні, фітофармакологічні, карантинні та інші методи. Перевагу віддають нехімічним методам. Захист рослин ґрунтується на принципі регулювання та контролю чисельності шкідливих організмів в агроценозах, утриманні її на господарсько-безпечному рівні. Застосування

фітофармакологічного методу виправдане лише тоді, коли чисельність шкідливих організмів перевищує економічний поріг шкодочинності, з урахуванням екологічних наслідків [374, 408, 437].

Агротехнологічний метод посідає одне з перших місць і в інтегрованому захисті рослин. Неприятливі умови для розмноження і розвитку шкідливих організмів, що створюються деякими прийомами агротехніки, здебільшого прямо й опосередковано сприяють підвищенню ролі їх природних ворогів. З одного боку, деякі прийоми агротехніки створюють сприятливі умови для розмноження і живлення ентомофагів. Разом з тим окремі прийоми знижують ефективність природних ворогів, що також слід враховувати при побудові інтегрованої програми захисних заходів. Метою агротехнологічних заходів з вирощування тієї чи іншої сільськогосподарської культури є забезпечення найбільшої її продуктивності шляхом поліпшення родючості ґрунту та підвищення стійкості посівів проти шкідливого впливу негативних чинників [387].

В існуючих зональних інтегрованих системах захисту агротехнологічні заходи діють тривалий час і сприятливо впливають на загальний фітосанітарний стан агробіоценозу. Це відносно прості заходи, які, як правило, є невід'ємною складовою частиною технології обробітку ґрунту та догляду за посівами в період вегетації і дають змогу захищати врожай від комплексу шкідливих організмів без тотального застосування пестицидів. Захисна функція агротехнологічних заходів виявляється у запобіганні масовому розмноженню багатьох шкідників, обмеженні розвитку хвороб, знищенні бур'янів, а також у реалізації сортових властивостей, стійкості проти ураження паразитичними мікроорганізмами та конкурентоспроможності культурних рослин у використанні поживних елементів і вологи [408].

Крім того, агротехнологічні заходи забезпечують формування передумов високої господарської та економічної ефективності спеціальних, зокрема фітофармакологічних, заходів із захисту рослин у разі об'єктивної потреби їх проведення. Широкий діапазон впливу агротехнологічних заходів на продуктивність культури, а також динамічний характер їх використання

залежно від конкретних метеорологічних умов року і фітосанітарного стану поля потребують компетентних рішень щодо застосування того чи іншого прийому [387].

Агротехнологічний метод потребує, як правило, додаткових затрат. Він незрівнянно більше, ніж інші методи, здатний змінювати в бажаному для людини напрямі екологічне середовище, від якого залежать розмноження і розвиток шкідливих організмів, а також їхніх природних ворогів [226].

Головну роль у створенні несприятливих для життєдіяльності шкідливих організмів умов відіграють такі заходи: вирощування сільськогосподарських рослин у сівозміні, обробіток ґрунту, удобрення, зрошення, підготовка насіння, строки сівби [238].

З точки зору захисту рослин обробіток ґрунту має велике профілактичне й корегуюче значення. Так, за зяблевої оранки зимуючі шкідники потрапляють у більш глибокі шари ґрунту, навесні виходять на 7-10 днів пізніше і не можуть завдати відчутної шкоди розвиненим рослинам [289, 303, 370].

Розпушування ґрунту сприяє покращанню розмноження й поширення хижих жужелиць. Для зниження чисельності личинок хлібного жука і дротяників рекомендують проводити 2-3 весняні культивації перед сівбою кукурудзи і проса. Якщо щільність популяцій личинок хлібних жуків – хижих жужелиць перевищує 10 особин на 1 м<sup>2</sup>, то чисельність шкідника після 3 культивацій знижується в 4-13 разів, причому проведення трьох культивацій втричі ефективніше, ніж однієї. Під час обробітку ґрунту личинок шкідника знищують також птахи [291].

До початку збирання зернових культур личинки пшеничного трипса закінчують живлення і заглиблюються в ґрунт. На тих ділянках, де лушення ґрунту було проведено відразу після збирання пшениці зниження чисельності личинки жука малашки зеленої (*Malachius viridis* F.) становило 84-99%, а на ділянках без лушення або при запізненні з обробітком – лише 8-12% [398].

Самки паразита капустяних, цибулевої та інших видів мух, які шкодять овочевим культурам та трибліографи ріпакової швидше знаходять і заселяють

своїх господарів у розпушеному ґрунті й гинуть в ущільненому і перезволоженому [399].

Установлено, що однорічні бобові культури менше пошкоджуються попелицями, якщо їх висівають у суміші з гірчицею та іншими нектароносами, які приваблюють різних хижих афідофагів [426]. При співвідношенні хижака і жертви в колоніях попелиць 1 : 40 або 1 : 60 масового розмноження шкідника не відбувається. Польовими дослідженнями доведено, що брюссельську капусту з попередньо висіяною в міжряддях квасолею, весняна капустяна муха й капустяна попелиця пошкоджують на 60% менше, ніж на ділянках з основною культурою. В змішаних посівах у ґрунтові пастки потрапляло вдвічі більше хижих жуків – жужелиць і стабілінів [110].

Науковим принципом формування оптимальної сівозміни є розмежування культур у часі й просторі за поживними властивостями для шкідливих організмів. Це дає змогу обмежити поширення багатьох, переважно спеціалізованих, видів шкідників, а також збудників хвороб рослин [413, 417].

У разі надмірного насичення сівозміни однією культурою або монокультурою підвищується шкодочинність збудників хвороб та шкідників. Монокультура вирощування зернових, зокрема пшениці озимої, збільшує кількість: хлібної жужелиці у 7 разів; дротяників – 1,3-2,0; попелиці – в 2,0; трипсів – в 2,8, а шкодочинність злакових мух – у 2,5 рази. При цьому різко зростає шкодочинність комплексу збудників кореневих гнилей, септоріозу, борошнистої роси та церкоспорельозу. Загальні ресурсні втрати для боротьби з цими збудниками хвороб збільшуються у 3-5 і більше разів. У деяких випадках рекомендується уникати послідовного розміщення культур з різних ботанічних родин, а також таких, що є об'єктами харчування для одного й того самого виду шкідливого організму. Так, для запобігання розмноженню стеблової нематоди не рекомендовано сіяти гречку після картоплі [414].

Істотне значення має не лише вибір попередника, проте й тривалість часу, впродовж якого треба уникати повернення культури на те саме поле. Залежно від особливостей життєвого циклу шкідників і строку збереження

життєздатності збудників хвороб цей час становить для зернових колосових культур – 1-2 роки, буряків цукрових – 4, соняшнику – 8 років [398].

Отже, науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні різко обмежує наявність шкідливих організмів в основній рослині. Чим менше насичена сівозміна однією культурою, тим більша просторова ізоляція між рослиною-живителем, джерелом інфекції патогену й фітофагом [425].

На сучасному етапі розвитку рослинництва сівозміни залишаються головним чинником в обмеженні шкодочинності шкідливих організмів як у колективному, так і в приватному секторах виробництва. Вони відіграють вирішальну роль у мікробіологічній активності ґрунтів, сприяють підтриманню в них мікробіологічного гомеостазу, розвитку антагоністичних патогенних форм мікроорганізмів. Особливе значення мають сівозміни в обмеженні шкідливих організмів ґрунту. Це більшість збудників хвороб і значна кількість фітофагів [31, 365, 425].

Розвиток більшості збудників хвороб, шкідників та бур'янів відбувається в ґрунті. Це стосується передусім корневих гнилей, вертицильозу, гетеродерозу, а також багатьох видів членистоногих, капустянки, личинок хрущів, чорнишів, коваликів, деяких видів лускокрилих, двокрилих тощо. Значний вплив на розвиток шкідливих організмів мають фізико-хімічні властивості ґрунту. Різні типи обробітку останнього істотно змінюють його фізичні параметри, зокрема щільність, пористість, водопроникність, аерацію, вологість, температуру тощо [415, 422]. Це стосується грибів, бактерій, вірусів, а також клопів, попелиць, трипсів, гессенської і шведської мух, трачів, личинок хрущів, коваликів, чорнишів, гусениць і лялечок совок, лучного метелика та кореневої бурякової попелиці [140, 237, 416].

Під час підготовки ґрунту під пшеницю озиму луцення стерні краще проводити одночасно зі збиранням врожаю або відразу після нього. Сходи падалиці та бур'янів приваблюють багато видів шкідників, які відкладають на них яйця. На падалиці відбувається розвиток багатьох збудників хвороб: бурої іржі, борошнистої роси, септоріозу, корневих гнилей та ін. Тому через 10-

20 днів після появи сходів падалиці та бур'янів проводять оранку на глибину не менш 20-22 см, що спричиняє масову загибель шкідливих організмів [431].

Рання оранка стерні зернових культур значною мірою усуває недоліки їх монокультури, оскільки не дає можливості житися на стерні зернових та інших культур шкідникам, які або гинуть під час оранки ґрунту, або йдуть на зимівлю, не закінчивши розвитку і не накопичивши відповідної кількості жиру, що призводить до загибелі їх у зимовий період [138, 420].

У зоні Степу України після збирання врожаю проводять оранку на глибину 20-25 см без попереднього луцення стерні. Через 7-10 днів з'являються сходи падалиці і бур'янів, на яких відбувається розвиток шкідливих організмів. Через 15-20 днів здійснюють культивацію, у результаті значна частина шкідливих організмів гине. Важливу роль у зниженні чисельності бур'янів і шкідників відіграє міжрядний обробіток ґрунту просапних культур у період догляду за ними [418].

Вагоме значення у підвищенні стійкості сільськогосподарських культур проти хвороб має внесення мінеральних добрив, збалансованих за фосфором і калієм. Оптимальні норми мінеральних добрив, як правило, негативно впливають на шкідників і збудників хвороб, підвищують стійкість рослин проти пошкодження. Мінеральні добрива підвищують осмотичний тиск клітинного соку, і сисні комахи втрачають здатність житися такими рослинами [237, 431, 466].

Фосфорно-калійні добрива надають механічній тканині більшої жорсткості і сприяють швидкій її регенерації після пошкоджень. Крім того, вони утруднюють живлення личинок злакових мух і підвищують стійкість рослин проти шкідливої черепашки, шведської мухи, злакових попелиць, збудників іржі, борошнистої роси, септоріозу, кореневих гнилей. Добрива можуть безпосередньо діяти на шкідливі види фітофагів. Наприклад, внесення аміачної води пригнічує розвиток ґрунтових шкідників, застосування 30% розчину сечовини для позакореневого підживлення рослин спричиняє значну

загибель (90%) клопів, що перезимували, яєць і личинок шкідливої черепашки [398, 399, 413, 429].

Істотна роль в обмеженні розвитку багатьох хвороб належить мікродобривам. Так, внесення бору є ефективним заходом захисту буряків від гнилі сердечка. Позакореневе підживлення рослин солями цинку, мангану, бору та інших мікроелементів сприяє підвищенню стійкості культур проти неінфекційних вірусних і грибних хвороб [285, 370, 385, 422].

Зрошення є одним з найефективніших факторів, що діє на всі біологічні компоненти агроecosистеми. У зв'язку зі зміною режиму вологості ґрунту переважають гідрофільні види (дротяники, листові попелиці, стебловий метелик, жужелиці), активізуються збудники хвороб (іржа, септоріоз, кореневі гнилі). Водночас знижується чисельність ксерофільних видів, насамперед чорнишів, саранових, хлібних жуків, клопа черепашки. Зрошення може діяти на шкідників прямо і опосередковано. Пряма дія полягає в згубному впливі на ґрунтових шкідників (гусениці підгризаючих совок, коренева бурякова попелиця). Під час дощування з рослин змиваються дрібні комахи, які масово гинуть. Опосередкований вплив зрошення виявляється через зміну мікроклімату, поліпшення загального фізичного стану рослин, у результаті чого завдані фітофагами пошкодження активно компенсуються [240, 417, 420, 421, 423].

#### **1.4 Продуктивність та еколого-економічна ефективність функціонування польових сівозмін на зрошенні за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення**

Для вирішення проблеми оптимізації рівнів продуктивності сільськогосподарських культур у кожному полі сівозміни необхідно всебічно вивчати вплив зрошення та інших елементів технологій вирощування на стан штучних агроecosистем. Слід відзначити, що детальне вивчення параметрів самої екосистеми пов'язано з всіма її складними зв'язками, взаємодією та певними закономірностями [373, 386].



Основним напрямком розвитку землеробства в південному регіоні на найближчу перспективу є розробка агрозаходів, спрямованих на накопичення, збереження та раціональне використання вологи ґрунту та опадів, як основи стабілізації виробництва рослинницької продукції на півдні. Значним резервом підвищення економічної ефективності зрошуваного землеробства є оптимізація поливних режимів з урахуванням біологічних особливостей рослин, меліоративного стану земель, погодних умов вегетаційного періоду та ін. [378].

При різноглибинній полицевій і диференційованій системі обробітку ґрунту отримана практично однакова продуктивність. За накопиченням валової і обмінної енергії диференційована система обробітку ґрунту забезпечила зниження енергоємності основного обробітку ґрунту, порівняно з системою різноглибинної оранки, відповідно на 20 і 25% [60, 377].

Результати багаторічних експериментальних досліджень свідчать, що в умовах зрошення на півдні України найбільш економічно вигідна і екологічно безпечна система диференційованого обробітку, що включає впродовж ротації сівозміни мілкий безполицевий обробіток ґрунту під сільськогосподарські культури степового екотипу (озимі, ярі зернові, багаторічні бобові трави й однорічні культури в проміжних посівах) з глибоким, безполицевим обробітком ґрунту під просапні культури [67, 87, 355].

Забезпеченість ґрунтів елементами живлення рослин визначається аналітично, після чого проводиться розрахунок доз мінеральних добрив, необхідних для заповнення дефіциту, що утворюється при винесенні певних елементів з отриманим урожаєм, і для забезпечення наступного врожаю. Прихильникам органічного землеробства необхідно знати, що в тонні свіжого гною або торфо-гнійного компосту міститься до 80% вологи, не більше 1,5 кг азоту, 0,6 кг фосфору і 4,5 кг калію, причому в перший рік рослинами використовується трохи більше половини цієї кількості, а в другій – трохи більше половини залишку. Окультурені ґрунти повинні мати запаси азоту на рівні 350 кг га, фосфору – 390 і калію – понад 450 кг/га [89].

Біологічне землеробство, крім активації та ефективного використання природного кругообігу речовин, забезпечує поліпшення якості продукції, сприяє загальному оздоровленню довкілля, а також збереженню енергії та підвищенню природної родючості ґрунту. За умов біологічного землеробства в структурі посівних площ важливо практикувати вирощування культур різних біологічних видів. Також біологічне землеробство забезпечує високу якість продукції, довготермінове підтримання потенціалу родючості ґрунту і зниження енерговитрат. Перспективно найефективнішим буде виважене поєднання його з ґрунтово-кліматичними умовами, попитом на таку продукцію, технічною оснащеністю, вимогами екології та економіки [168, 383, 389].

Реакція культур на ґрунтозахисне землеробство (видалення обробітку) широко варіюється залежно від факторів клімату, ґрунту і чергування культур у сівозміні. Ґрунтозахисне землеробство може підвищити якість ґрунту шляхом збільшення вмісту органічної речовини, поліпшення структури ґрунту, аерації та інфільтрації. Також підвищується біологічна активність ґрунту. Крім цього, ґрунтозахисне землеробство може ефективно вирішувати проблеми ерозії. Більша кількість післяжнивних решток, залишена на поверхні ґрунту, забезпечує охолодження ґрунту і підвищення вологості, що обумовлює уповільнення розвитку збудників хвороб [106, 473, 477, 478, 482].

Використання ґрунтозахисного землеробства може привести до ущільнення ґрунту, особливо це стосується тих ґрунтів, де до цього застосовувалися неправильні методи обробітку і сівби. Регулювання строків сівби, способів обробітку, чергування культур, знання реакції ґрунту на різні системи і глибину обробітку, а також використання безполицевих або чизельних робочих органів може сприяти досягненню успіхів ґрунтозахисного землеробства. Використання покривних культур і сівозмін з проміжними (післякисними та післяжнивними) посівами забезпечує зниження щільності складення ґрунту [132, 267, 347].

Встановлено, що запаси вологи в метровому шарі ґрунтів у весняно-літній період при внесенні гіпсу збільшуються на 5-10, а на фоні плантажної

оранки – на 10-25 %, порівняно з немеліорованими землями [348]. Високий агротехнічний рівень землеробства, науково обґрунтоване використання органічних і мінеральних добрив, хімічних меліорантів покращують меліоративний стан та підвищують родючість ґрунтів й істотно знижують залежність рівня врожаю сільськогосподарських культур від несприятливих метеорологічних умов [347].

Дослідження й розрахунки свідчать, що при вирощуванні пшениці озимої в умовах зрошення значної уваги заслуговують питання мінімізації та заміни енергомістких способів основного обробітку ґрунту менш витратними. За результатами експериментальних даних, досліджувані технологічні системи підготовки ґрунту не тільки по-різному впливають на продуктивність, а й характеризуються різними витратами праці, коштів та енергії [178, 481, 491].

Комплексна економічна й біоенергетична оцінка технології вирощування пшениці озимої залежно від способу обробітку ґрунту на фоні вологозарядкового поливу  $400 \text{ м}^3/\text{га}$  свідчить, що в умовах зрошення заслуговує на увагу обробіток, що ґрунтується на застосуванні замість полицевої оранки чизельного розпушування. Встановлено, що за такого обробітку ґрунту, порівняно із традиційним, продуктивність та ефективність виробництва пшениці озимої не знижується, а навпаки – зростає [65].

На фоні внесення мінеральних добрив дозою  $\text{N}_{90}\text{P}_{60}\text{K}_{30}$  встановлено різке зниження продуктивності та економічної ефективності в розрахунку на 1 га сівозмінної площі на зрошенні при застосуванні важкої дискової борони БДТ-7. При глибокому розпушуванні ґрунту найбільший ефект забезпечує чизельний обробіток. Порівняно із традиційною полицевою оранкою на таку саму глибину, він дає змогу економити відповідно 10-12 л/га пального та витратити в 1,4-1,6 рази менше часу, порівняно з оранкою, підвищуючи коефіцієнт енергетичної ефективності з 2,14 до 2,34 [60, 285].

Технологічне забезпечення, розробка й впровадження інноваційних технологій повинні бути диференційованими й адаптованими до ґрунтово-кліматичних і соціально-економічних умов, відповідати вимогам

сільськогосподарських культур і враховувати зміни клімату. Напрямки впровадження інноваційних технологій, що забезпечують підвищення родючості ґрунтів базуються на усуненні дефіциту вологи, призупиненні падіння вмісту гумусу і досягненні його бездефіцитного балансу, оптимізації вмісту поживних макро- й мікроелементів, охороні ґрунтів від ерозії та інших видів деградації, меліорації кислих і солонцевих ґрунтів, реконструкції та відновленні зрошувальних і осушувальних систем [42, 61, 260, 288, 389].

Управління гумусовим станом ґрунтів у сучасних умовах включає [83, 388, 392]:

- впровадження сівозмін з оптимальним співвідношенням культур (нормативи оптимального співвідношення культур);
- застосування агротехнічних заходів, що сприяють надходженню в ґрунт органічних речовин у вигляді кореневих і післяжнивних решток, гною та сидератів;
- створення умов для підвищення коефіцієнта гуміфікації;
- регулювання процесів гуміфікації-мінералізації за допомогою мікробіологічних препаратів.

Задача оптимізації вмісту в ґрунтах поживних елементів вирішується за рахунок реалізації 4-х правил удобрення - внесення кращої форми добрива, в оптимальній дозі, у необхідні строки, найпридатнішими способом. Оптимальне поєднання всіх складових дозволяє підвищити віддачу добрив з 4-5 до 8-10 кг зерна на 1 кг добрив [271].

Вплив зрошення на гумусний стан ґрунтів визначається запасами гумусу в шарі 0-100 см. Встановлено, що загальний баланс гумусу на поливних і незрошуваних землях, судячи з його запасів, становить 247,4-248,5 т/га. Незрошуваний чорнозем південний містить у верхньому (0-10 см) шарі 2,96% гумусу з поступовим зменшенням до 0,90% у шарі 90-100 см [10, 49, 92]. У зрошуваному чорноземі у верхньому шарі міститься 3,06% гумусу зі зниженням до 0,87% у шарі 90-100 см. У шарі ґрунту 30-60 см на зрошенні виявлено зниження його вмісту до 1,09-0,99% проти 1,27-1,13% на

незрошуваному масиві. У більш глибоких шарах істотних змін за вмістом гумусу не спостерігалось. На основі багаторічних експериментальних досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН [76, 136, 400] та вчених ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» [268, 269, 395-397] проведено розрахунок теоретичного рівня врожаю сільськогосподарських культур залежно від зрошувальної норми. В. І. Благодатний [29] рекомендує економічно обґрунтовані норми, як і біологічно оптимальні, диференціювати відповідно до фаз розвитку кожної сільськогосподарської культури.

З урахуванням рекомендацій Інституту зрошуваного землеробства НААН [137, 255, 288] у розроблених зрошуваних системах землеробства уточнені поливні періоди та норми поливу сільськогосподарських культур відповідно до особливостей прискореного їх розвитку в гостропосушливі роки. Слід зауважити, що у 70-80-і роки в умовах зрошення спостерігався стійкий ріст урожайності практично всіх сільськогосподарських культур.

У Херсонській області найбільш висока концентрація зрошуваних земель, а тому й урожай більшості культур був вищий, ніж в інших областях південного регіону. У 1999 р. у структурі посівних площ області 22% земель були зрошені, що складало 471,9 тис. га. З них 24,9% - сільськогосподарські угіддя. Зрошені землі забезпечували отримання 30% зерна, 92% овочів та 60% кормів від їх валових зборів [61, 66, 221]. Однак, незважаючи на позитивну роль у підвищенні впливу зрошення на продуктивність ріллі, досвід експлуатації зрошувальних систем свідчить, що за порушення науково обґрунтованих систем землеробства на зрошуваних землях відбуваються деградаційні процеси, запобігання яких вимагає значних додаткових капіталовкладень для їх усунення [222].

В умовах потужного впливу зрошення на ґрунти виявились такі форми їх деградації, як дегуміфікація, декальцинація, переущільнення, зниження водопроникності та водомісткості, ріст втрат вологи за рахунок стоку, зниження біогенності ґрунту, якості врожаю і забруднення водних джерел шкідливими елементами та сполуками [40, 87, 132]. Під час поливу

мінералізованими водами у степовій землеробській зоні України нерідко спостерігається збіднення ґрунтів вуглекислим газом і обмінним кальцієм, збільшується вміст обмінного натрію та виявляється лептизація ґрунтових колоїдів, ущільнення, утворення грудкуватої структури [182, 221, 239]. Зрошувальна вода впливає на ґрунт, змінює темпи й напрям хімічних і мікробіологічних процесів, а також умови розкладу органічної речовини [203, 267, 307].

За науковими висновками В. І. Остапова, О. П. Сафонової, полив мінералізованими водами, що практикується на Інгулецькому зрошувальному масиві, негативно впливає на ґрунт, у зв'язку з чим його обробітку в зрошуваних умовах відводиться важлива роль у покращенні фізико-хімічного стану ґрунту та пов'язаних із ним властивостей [312].

У більшості робіт вітчизняних і зарубіжних дослідників не вказується на негативні зміни фізичних і хімічних властивостей ґрунту в умовах зрошення. Погіршення фізичних показників родючості ґрунтів на зрошенні не припиняється навіть у тому випадку, якщо поливи проводяться якісною, у меліоративному відношенні, водою [22, 25, 184, 369, 448].

В останні роки на зрошуваних землях рівень урожайності різко знизився, у багатьох господарствах галузь стала низькорентабельною і навіть збитковою. Сталося це не тільки з причин труднощів перехідного періоду економіки України, а передусім внаслідок грубих порушень у системі ведення зрошуваного землеробства, перекосів у структурі посівних площ, порушень у системі обробітку ґрунту, зменшенні обсягів застосування мінеральних і органічних добрив, засобів захисту рослин, хімічних меліорантів, порушення режимів зрошення та технологій вирощування сільськогосподарських культур у цілому [24, 57, 59, 99, 133].

Підбираючи сільськогосподарські культури для поливних земель, необхідно брати до уваги відсутність прямої залежності між продуктивністю культури та періодом її росту. Склад сільськогосподарських культур встановлюється в кожному окремому випадку відповідно до спеціалізації

господарств, типів і видів сівозмін і місцевих умов. Важливою умовою удосконалення структури посівних площ є встановлення раціонального співвідношення культур з врахуванням їх урожайності та наявності поливних земель у господарстві [83, 134, 183, 198, 255].

Із уведенням сівозмін, як відомо, необхідно встановлювати таке співвідношення та чергування підбору сільськогосподарських культур (зернові, бобові, просапні, багаторічні трави тощо), за якого забезпечується покращення структури ґрунту, а на добре окультурених землях – підтримання її. На зрошуваних землях розміщують насамперед високопродуктивні культури, які забезпечують в умовах зрошення високі прирости врожаю та раціонально використовують агрокліматичні ресурси (пшениця озима, кукурудза на зерно і силос, соя, багаторічні трави, кормові та цукрові буряки, картопля, овочеві культури) [156, 257, 262, 279, 324].

А. О. Лимар та ін. (2015) [209] відзначають, що підходи до вирішення основних завдань, пов'язаних з формуванням структури посівних площ на зрошуваних землях кожної області України, різні, проте, незважаючи на ці відмінності, у них багато спільного у пошуку оптимальних рішень щодо використання природних ресурсів, основним шляхом у землеробстві є структура посівних площ і сівозміни.

Вирощування сільськогосподарських культур на меліорованих землях характеризується загальними формами реалізації всього процесу, включаючи накопичення інформації про природно-господарські, кліматичні і ґрунтово-меліоративні режими територій, проектування, будівництво і сільськогосподарську експлуатацію зрошувальних систем, а також аналіз експериментальних даних урожайності культур, які повинні істотним збільшенням рівня своєї продуктивності, повною мірою окупити всі додаткові витрати [150, 485].

За даними А. М. Костякова [187]; Г. К. Льгова, Е. Д. Адінєва [214] продуктивність сільськогосподарських культур значною мірою визначається ступенем вологозабезпеченості або їх сумарним водоспоживанням. Згідно

досліджень А. А. Ничипоровича в зв'язку з недостатнім рівнем вологозабезпеченості в рослинах істотно знижується інтенсивність фотосинтезу [286, 287]. Ідентичні висновки щодо впливу дефіциту вологи отримано також в дослідях інших учених [29, 243, 278, 390]. Найбільше зниження процесу фотосинтезу відбувається при недостатньому рівні вологозабезпеченості та в спекотливі часи дня.

Велике значення мають дослідження з встановлення кількісної характеристики співвідношення основних факторів підвищення врожайності на меліорованих землях та отримання рівнянь регресії, що відображають зв'язок урожайності з величиною зрошувальної норми і дозами азотних добрив. Основними задачами прискорення науково-технічного прогресу в області меліорації земель є розробка ефективних напрямків комплексної меліорації земель, оптимізація використання водних та інших ресурсів, створення високопродуктивних меліоративних систем, застосування краплинного, синхронно-імпульсного та інших способів поливу, широкозахватних машин і установок, автоматизація управління водогосподарськими спорудами на основі інформаційних технологій [169, 172, 191, 192, 204].

При гострому дефіциті водних ресурсів направленість усіх робіт в меліорації і водному господарстві повинна будуватись за трьома рівнями ієрархії наступним чином: покращання управління водними ресурсами всіх видів, вдосконалення зрошувальної системи, перетворення поливної ділянки – поля – в базу створення високої родючості земель. Відхилення та обмеження розвитку водних ресурсів можуть призвести до погіршення їх стану. Впровадження сучасних технологій управління, створення нових машин, застосування новітніх заходів дозволять, поряд з охопленням традиційних і відпрацьованих методів водоощадження, різко підвищити продуктивність використання агроресурсів і вихід сільськогосподарської продукції з одиниці зрошуваної площі [142, 307, 308].

До відносно нових агротехнічних заходів слід віднести широке використання в сільському господарстві агрохімікатів (мінеральних добрив,



пестицидів, стимуляторів росту рослин, хімічних меліорантів тощо). Значну частку (понад 70%) серед агрохімікатів займають добрива. Широкомасштабне неконтрольоване застосування мінеральних добрив може призвести до негативного їх впливу на довкілля, рослинний та тваринний світи і здоров'я людини. Мінеральні добрива, крім поживних елементів в мінеральній формі азоту, фосфору й калію, залежно від походження сировини для їх виробництва містять в своєму складі також значну кількість токсичних і небезпечних домішок (важких металів, природних радіонуклідів тощо) [166, 168].

Суттєвою відмінністю мінеральних добрив від пестицидів є те, що вони довгий час та в значних кількостях (200-700 кг/га фізичної маси) вносяться на одних і тих же площах. При цьому токсиканти, що надійшли у ґрунт в складі добрив, не піддаються швидкому розпаду, як діючі речовини пестицидів, а приймають участь у міграційних процесах на об'єктах довкілля (ґрунті, поверхневих та ґрунтових водах, рослинницькій продукції) [470].

Основні базові параметри побудови систем удобрення сільськогосподарських культур на зрошуваних землях розроблені у 70-ті роки. Більшість господарств зони зрошення їх успішно освоювали. Водночас економічна криза дев'яностих років призвела до того, що внесення мінеральних добрив різко скоротилося. В сучасних умовах висока вартість добрив вимагає від землеробів пошуку способів і заходів підвищення їх віддачі. Впродовж останніх років в Інституті зрошуваного землеробства НААН розроблено ресурсозберігаючі системи удобрення та заходи з підвищення ефективності застосування мінеральних добрив [76].

У Степовій зоні на зрошуваних землях ефективність мінеральних добрив обмежується вторинним осолонцюванням. На півдні України солонцюваті ґрунти займають біля 83% від загальної площі орних земель. Гіпсування їх, залежно від ступеня солонцюватості, підвищує віддачу мінеральних добрив на 15-20 і більше відсотків [244].

Дослідження свідчать, що часткова заміна в сівозміні мінеральних добрив на альтернативні джерела елементів живлення дозволяє створити

ресурсозберігаючу систему удобрення. Так, зменшення дози мінеральних добрив до 124 кг на гектар сівозмінної площі (60% від рекомендованої) на фоні заорювання післяжнивних решток попередніх культур сівозміни (солома колосових культур, листостеблова маса кукурудзи, сої, соняшника, сидеральні культури) і використання азотфіксувальних бактерій забезпечує отримання порівняно високої продуктивності культур і віддачу добрив [144].

Відповідно до одержаних даних продуктивність сільськогосподарських культур, в середньому за дві ротації сівозміни, за ресурсозберігаючої і загальноновизнаних для зони (органо-мінеральна та мінеральна) система удобрення була практично однаковою. В той же час окупність 1 кг д. р. мінеральних добрив прибавкою врожаю зерна кукурудзи, пшениці озимої та силосної маси кукурудзи була максимальною за ресурсозберігаючої системи удобрення [76].

Як свідчать результати досліджень та досвід високоприбуткових господарств найбільш ефективно використання добрив можливе лише за оптимізації дози мінеральних добрив з урахуванням наявності елементів живлення в ґрунті і потреб рослин. Розроблена система удобрення за фактичним вмістом рухомих елементів у ґрунті дозволяє отримувати запланований рівень врожаю і скоротити потребу в мінеральних добривах на 35-40% [164].

Таким чином, стратегічним напрямком в хімізації зрошуваного землеробства України на сучасному етапі повинно бути комплексне впровадження заходів, що спрямовані на ресурсозбереження, одержання запланованого рівня врожаю відповідної якості, збереження родючості ґрунту та охорону навколишнього середовища [175].

Для фертигації використовують тільки повністю розчинні добрива, вільні від натрію, хлору та інших шкідливих домішок: моноамоній і моно калій фосфати, калійну, аміачну, кальцієву селітри, сульфат калію, калімагнезійу, карбамід, кристалон, поліхелати та інші комплексні добрива. Можливе застосування в якості добрив технічних азотної і ортофосфорної кислот. При

цьому вони одночасно виконують функцію промивання системи крапельного зрошення від сторонніх домішок. Комбінована овочева сівозміна на зрошуваних землях вимагає нейтральної або слабо лужної реакції ґрунту [154].

Отже, найбільш високої ефективності добрива досягають тоді, коли їх застосовують під культури в оптимальних дозах і співвідношеннях основних елементів живлення відповідно до біологічних особливостей тієї чи іншої культури, за умов науково-обґрунтованого поєднання органічних і мінеральних добрив у сівозміні з урахуванням способів обробітку ґрунту, меліорантів, попередників, тобто при розробці та застосуванні системи удобрення в сівозміні. Відповідно до особливостей структури посівних площ, ґрунтових та кліматичних умов [267, 470].

Дози, строки внесення та співвідношення поживних речовин, що лежать в основі збалансованого живлення, відіграють в системі удобрення дуже важливу роль, так як при неповному використанні добрив не тільки зменшується їх агрономічний і економічний ефект, але й забруднюється ґрунт і навколишнє середовище. Ось чому надзвичайно важливо розробляти систему удобрення та здійснювати всю технологію вирощування культур так, щоб не допускати невиробничих втрат поживних речовин з ґрунту, підвищувати коефіцієнт їх використання посівами, а також дотримуватись оптимальних доз та співвідношень основних елементів живлення рослин [194, 355].

Розподіляючи добрива між культурами і полями сівозміни, необхідно передусім визначити дозу, місце внесення хімічних меліорантів і різних видів органічних добрив, які мають значну післядію і позитивно впливають на окультурювання ґрунту та ефективність внесених мінеральних добрив. Найбільшою післядією відзначаються органічні добрива, вапнякові та гіпсові матеріали, фосфоритне борошно [392].

В останні 10-15 років техногенний тиск на агроєкосистеми став одним з головних чинників, що визначають продуктивність сільськогосподарських культур і якість продукції. Ступінь техногенної дії на агроландшафти можна яскраво проілюструвати на прикладі України, оскільки промисловими

підприємствами нашої країни щорічно в атмосферу викидається близько 16 млн тонн шкідливих речовин. У першому ряду найнебезпечнішими з них є важкі метали, якими забруднена значна частина сільськогосподарських угідь України [168].

Менш значущим, але теж помітним джерелом надходження в агроценози важких металів є мінеральні добрива. Вміст важких металів в різних формах добрив істотно змінюється і залежить від початкової сировини і технологій приготування синтетичних добрив [169]. При систематичному внесенні високих доз мінеральних добрив баластні елементи можуть нагромаджуватися в ґрунті в значних кількостях, обумовлюючи негативний вплив на його властивості, родючість, величину врожаю та якість сільськогосподарської продукції.

Саме ця обставина викликає у прихильників альтернативного землеробства неприйняття використання в сільськогосподарській практиці синтетичних мінеральних добрив. Проте і в органічних добривах також є токсичні елементи, які, потрапляючи в ґрунт, можуть забруднювати продукцію, а вміст такого токсичного елемента як кадмій може складати в гної від 0,3 до 0,8 мг/кг [261]. Концентрація в гної свинцю зі співавторами, може досягати 27 мг/кг сухої маси. Крім того, в цьому виді органічних добрив містяться й інші екологічно небезпечні речовини. Тому, очевидно, що якість сільськогосподарської продукції визначається не стільки видом добрив, що використовується, скільки технологією їх застосування, збалансованістю в добривах між макро- й мікроелементами, доступністю їх для кореневої системи рослин. На думку В. І. Киселя [168], чим краще забезпеченість ґрунту елементами живлення, чим ближче їх співвідношення до оптимуму, тим вище стійкість рослин до дії металів. Проте, накопичення в ґрунті важких металів практично невідчутно лише до певного рівня, поки рослини в змозі протидіяти їм завдяки захисному механізму кореневої системи. Також встановлено, що найбільша кількість важких металів в умовах техногенної дії на ґрунти

накопичується в кореневій системі, менше в листках і стеблах, й дуже мало або зовсім не нагромаджуються в репродуктивних органах рослин [381].

Останнім часом намітилося зниження обсягів застосування мінеральних добрив у країнах Європи, США, Японії, водночас в цих країнах навіть 50% їх зниження зберігає середні дози NPK на гектар 200-300 кг д.р. У зв'язку з цим, актуальною є об'єктивна характеристика різних систем: органічної, мінеральної і органо-мінеральної – за порівняльного вивчення їх впливу на врожайність, якість продукції, параметри ґрунтової родючості, а також на екологічні показники [469].

Одним з нових і перспективних напрямів у сільському господарстві в найбільш розвинених країнах світу є точне землеробство, яке базується на використанні різномірних даних (результати відбору проб ґрунту, мікролокального обліку величини врожаю з географічною прив'язкою, обробки даних дистанційного зондування, цифрові тематичні карти тощо [125, 516].

За допомогою інформаційних технологій для картографування й просторового аналізу об'єктів реального світу (географічні інформаційні системи (ГІС) можна оптимізувати прийняття рішень про величину локальних поливних норм, диференціювати дози внесення добрив і пестицидів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за раціонального використання всіх видів ресурсів. Особливо важливе застосування геоінформаційних технологій для обробки даних дистанційного зондування (аерофотознімків, космоснімків, у першу чергу багатозональних і гіперспектральних) з метою тематичного дешифрування території. Це може стати основою для створення цифрової картографічної основи інформаційних систем агропромислового комплексу [57, 343, 384, 393, 452].

Наприклад, у США застосування локальної агрономії (фермерства) в теперішній час поширюється з надзвичайною швидкістю. Всі складові елементи сільськогосподарського виробництва намагаються всіма силами підтримати й задіяти технології локальної агрономії, ціль якої обробити дуже маленькі ділянки землі унікальним чином для того, щоб визначити потенціал

прибутковості врожаю, що базується на комбінуванні ґрунту для кожного даної ділянки землі, його топографії, поживних речовин і режиму вологості [127, 321].

За два останніх десятиліття вартість збору даних з мікроділянок площею менше 10 м<sup>2</sup> суттєво знизилась. Це стало результатом широкого впровадження глобальної системи позиціонування (GPS) і відповідних технічних досягнень, які уможливили швидку ідентифікацію сільськогосподарських угідь з площею мікроділянок, навіть, менше одного метра квадратного. Уже зараз існують системи, що забезпечують відображення в реальному режимі часу (on-line) на дисплеї комп'ютерів переміщення сільськогосподарської техніки по полю й наданням інформації про необхідність збільшення або зменшення витрат добрив або пестицидів на тій або іншій мікроділянці [57, 125, 393].

Проте, незважаючи на помітне скорочення вартості збирання даних, розвиток технології локального сільського господарства повинен пройти ще перевірку на ефективність витрат. Оскільки можна зібрати багато різної інформації (дані про врожай, супутникові зображення, фотографії з великої висоти, інтенсивність споживання елементів живлення, вологість ґрунту на різній глибині, погоду й клімат, дані про шкідливих комах і щільність патогенного заселення, інформацію про бур'яни тощо), проте одним з головних напрямів досліджень є визначення, які саме дані є найбільш важливими [159, 272, 438].

В умовах обмеженого ресурсного та фінансового забезпечення агроформувань різних форм власності південного регіону України, необхідності організації конкурентоздатного й екологічно безпечного виробництва, виникає гостра потреба оптимізації використання всіх видів ресурсів, і, в першу чергу, ґрунтового й біокліматичного потенціалу нашої держави [173, 184, 260, 302, 312, 389].

## **Висновки до розділу 1**

1. В природних умовах формуються багатокomпонентні біосистеми, які здатні до саморегулювання, підтримки власної рівноваги, мають високий рівень стійкості, володіють стабільною продуктивністю. За втручання людини в природні ландшафти порушуються біологічні зв'язки і для того, щоб отримати рослинницьку продукцію необхідно постійне зовнішнє регулювання взаємовідносин в штучних агрофітоценозах з використанням найважливіших чинників впливу на формування високопродуктивних агроландшафтів.

2. Ефективність використання земельних ресурсів є головним показником рівня розвитку суспільства як в Україні так і в інших країнах. У зв'язку з цим, необхідним є запровадження системи заходів з підвищення родючості ґрунтів та вирішення проблеми їх збереження й охорони. Обмежені ресурси невідновлюваних джерел енергії в світі, за повної їх відсутності в регіоні, і стрімке зростання цін на них та їх індустриальні похідні (мінеральні добрива, пестициди), диктують необхідність пошуку альтернативних шляхів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, структура яких пристосована людиною до науково обґрунтованого, раціонального ведення сільського господарства, забезпечує збереження і розвиток його природних основ, що знаходяться в підсистемі єдиного стратегічного завдання охорони навколишнього середовища.

3. Впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур у виробництво створює сприятливі умови для застосування науково обґрунтованих інтегрованих заходів із захисту рослин від шкідливих організмів, хвороб і бур'янів. Науково обґрунтований підхід у формуванні систем захисту рослин сприяє зниженню втрат врожаю, забезпечує одержання додаткової кількості високоякісної продукції. В останні десятиліття стратегія постійного нарощування використання засобів хімізації, що призводила до розвитку стійких видів шкідливих організмів, забруднення навколишнього середовища, продуктів харчування, негативного впливу на

корисну фауну, флору і людину та погіршення економічних показників, була замінена інноваційним напрямом з інтегрованого захисту.

Таким чином, аналіз літературних джерел дозволяє зробити висновок про те, що формування зрошуваних короткоротаційних сівозмін потребує комплексного врахування факторів впливу на продуктивність агроecosистем, зокрема обробітку ґрунту, оптимізації системи удобрення, розробки й удосконалення систем інтегрованого захисту рослин з урахуванням екологічних та економічних чинників. Необхідність науково-теоретичного обґрунтування та практичної реалізації наукових основ формування систем основного обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин в сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України обумовило проведення багаторічних досліджень, результати яких відображено в цій дисертаційній роботі.



## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Ґрунтово-кліматичні умови зони проведення досліджень

Зона Степу займає Південну частину території України. Загальна її площа близько 25 млн гектарів, що складає 40% всієї площі. У геоморфологічному відношенні ця територія майже повністю співпадає з Причорноморською низовиною. На частку зони Степу припадає 46,5% площі сільськогосподарських угідь (18,4 млн га), 46,3 – ріллі (15,3 млн га), 57,6 % багаторічних насаджень (0,5 млн га) в країні. Степова зона займає Одеську, Миколаївську, Херсонську, Кіровоградську, Дніпропетровську, Запорізьку, Донецьку, Луганську, Харківську області (крім лісостепових районів тих областей, які межують з Лісостепом), а також АР Крим. За умовами теплового режиму, зволоженням території і ґрунтового покриву зону поділяють на дві підзони: північну і південну. Природною межею між ними є лінія переходу чорноземів звичайних у південні [5].

У підзону Північного Степу входять Дніпропетровська, Луганська, Донецька області, південні та південно-східні райони Кіровоградської, Полтавської та Харківської областей, північні райони Миколаївської, Херсонської і Запорізької областей, північні і центральні райони Одеської області. За рік у підзоні випадає в середньому 425-450 мм опадів. Середньомісячна температура повітря в січні становить від мінус 4 до мінус 8°C, липні – від 21 до 23°C. Вегетаційний період триває 200-230 днів [173].

Найбільш поширеними ґрунтами підзони є чорноземи звичайні. Їх площа в складі сільськогосподарських угідь перевищує 9 млн га. Це – малогумусні (3-6%) ґрунти, але є й звичайні площі середньо-гумусних (понад 6%). Гранулометричний склад ґрунтів переважно важкосуглинковий. Особливе місце займають мало- й середньо-гумусні глибокі чорноземи Донецького кряжу, які утворилися на високому плато і пологих схилах. У центральній

частині Донбасу поширені чорноземи на твердих породах. Ці ґрунти важкі, безструктурні, малогумусні (близько 3%) і зазнають водної ерозії [14].

При загальній високій вологоємкості в метровому шарі чорноземів звичайних може накопичуватися 150-170 мм продуктивної вологи. Саме її нестача є обмежувальним фактором використання потенційної родючості цих ґрунтів. Регулювання водного режиму слід вважати основним завданням землеробства у підвищенні ефективної родючості чорноземів північного Степу. Раціональне використання цих ґрунтів неможливе без ефективної боротьби з водною і вітровою ерозією [204].

До Південного Степу входять південні і південно-західні райони Одеської області, південні райони Миколаївської і Запорізької, центральні та південні райони Херсонської і північні райони АР Крим. Клімат підзони характеризується високими температурами повітря – від мінус 1,5 до 5°C, у липні – від 23 до 24°C. Річна сума опадів коливається в межах 300-450 мм. За теплий період (квітень-листопад) випадає не більше 200 мм опадів, нерідко – у вигляді злив, які супроводжуються градом, грозою чи бурею, що завдає значної шкоди сільському господарству. Майже щороку бувають різні за тривалістю бездощові періоди, в тому числі, раз у 2 роки – тривалістю понад 40 днів. У причорноморському степу спостерігається найбільша кількість суховійних днів – у середньому від 15 до 24 за рік [5].

На сьогодні в Україні від наслідків глобального потепління [268] найбільше потерпають райони західної і південної її частини. З року в рік спостерігається ще більші аномальні явища, які ведуть до істотних змін параметрів еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів Сухого Степу (Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька області і АР Крим).

Аналізуючи динаміку середньорічних і середньовегетаційних показників атмосферних опадів відносно середньобагаторічних значень, спостерігається поступове зниження кількості опадів з 1999 року та підвищення температури повітря Херсонської області відносно середньобагаторічного значення (9,97°C за 102 роки) з 1996, що вказує на зміну і формування нових кліматичних умов в

регіоні Сухого Степу України. Середньорічна температура повітря в 2007 році, порівняно з 1998 роком, по всій території Херсонської області відчутно зросла – на 1,3-1,8°C, що є підтвердженням глобальних змін температури і на регіональному рівні [73]. Наведений матеріал свідчить про зміни клімату в зоні зрошення України. В першу чергу змінюються параметри клімату: температура повітря та кількість атмосферних опадів, що є проявами процесів глобального характеру. Дане питання на сьогодні є недостатньо вивченим, проте при нормуванні водокористування в зрошуваному землеробстві вже неможливо не враховувати ці процеси. Необхідним є продовження досліджень особливостей регіональних змін клімату, їх впливу на ландшафтно-меліоративні, соціально-економічні, сільськогосподарські і водогосподарські умови. Все це вимагає внесення коректив у формування еколого-меліоративного режиму зрошуваних ландшафтів [173, 401, 451, 447, 476].

Більша частина Південного Степу – це площинна або слабохвиляста рівнина, розчленована річковими долинами, ярами і балками. Найбільш поширені тут чорноземи південні, темно каштанові та каштанові ґрунти. Чорноземи південні займають майже 3 млн га орних земель. Вони характеризуються неглибоким профілем (50-80 см), карбонатністю, важкосуглинковим і глинистим гранулометричним складом, не дуже високим (2,4%) вмістом гумусу, більш низькими (140-150 мм у метровому шарі), ніж у чорноземах звичайних, запасами продуктивної вологи. Чорноземи південні солонцюваті потребують хімічної меліорації. Каштанові ґрунти поширені на прилеглих до берегів Чорного і Азовського морів територіях [3].

На межі з чорноземами південними залягають суцільним масивом темно-каштанові ґрунти, а на півдні – в комплексі з каштановими. Ці ґрунти солонцюваті, в них неглибоко залягає гіпс (1,5-3 м) і водорозчинні солі. Вміст гумусу становить в середньому 2,5-2,7%, а в каштанових – 2,0-2,5%. Ці ґрунти мають неглибокий профіль і характеризуються важким гранулометричним складом, незначними запасами доступної вологи [79].

Поверхня зони Степу рівнинна, проте неоднорідна як в генетичному, так і структурному відношенні. Південна її частина розташована на території Причорноморської низовини і представляє слабо розсічену, а на схід від р. Інгул плоску, з великою кількістю замкнених понижень, рівнину. На південь Причорноморська низовина поступово переходить у незначні за висотою (150-300 м) Бесарабську, Подільську, Придніпровську і Приазовську височини. Переважаючими ґрунтоутворюючими породами в Степу є леси, потужність яких змінюється від 1 до 30 м. За гранулометричним складом вони важкосуглинкові, у межах Причорноморської низовини – легкоглинисті, на Приазовському підвищенні – місцями середньоглинисті, на терасах долин – середньо- та легкосуглинкові [328].

Значні, нині зайняті сільськогосподарськими угіддями, площі ділянок, де поширені різні типи чорноземних ґрунтів, могли займати лучні степи та розріджені ліси. Найхарактернішими видами таких лучно-степових угруповань є тонконіг вузьколистий, типчак валіський, ковила волосиста. Такі угруповання трапляються лише фрагментарно. У заплавах формуються луки щучника дернистого, лисохвосту лучного, мітлиці повзучої. На Лівобережжі фрагментарно трапляються ділянки солончаків й засолених луків. Для південної частини провінції характерні складні кленово–липово–дубові ліси з трав'яним покривом (осока волосиста, яглиця звичайна, маренка запашна). У вологіших умовах формуються ясеніві, вільхові ліси та вільхові болота [355].

Рівнинний рельєф зумовив слабку напруженість ерозії, що сприяло збереженню потужної, однорідної на великих масивах глинистої лесоподібної товщі. Ґрунтовий покрив вододільних плато Степової зони України представлений чорноземами південними і каштановими ґрунтами на лесоподібних породах. Основну площу чорноземів південних – 62,6% займають модельні підтипи, 22,2 – міцелярно-карбонатні, 15,1 – солонцюваті, 25% – еродовані [3].

Кількісний вміст гумусу в ґрунтах підпорядкований зональності і зумовлений особливостями генезису ґрунтів (тип ґрунтоутворення,

гранулометричний склад тощо). Така закономірність підтверджується результатами еколого-агрохімічного обстеження ґрунтів Херсонської області, яка є типовою для зони зрошення в регіоні Сухого Степу України [125].

За період 1998-2007 рр. середньозважений показник вмісту гумусу в ґрунтах, знизився на 0,12%, в середньому з 2,45 до 2,33 %. Найбільше зниження вмісту гумусу спостерігається в ґрунтах Каховського зрошувального масиву. Недостатні дози внесення мінеральних та органічних добрив не забезпечують відтворення родючості зрошуваних ґрунтів в регіоні Сухого Степу України [271].

Врожаї сільськогосподарських культур останніх років – здебільшого є результатом вичерпування винятково природної родючості ґрунту. Основним шляхом підвищення родючості ґрунтів є науково-обґрунтована система технологій вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням вимог охорони навколишнього середовища [11].

Основною причиною вказаного негативного явища в зрошуваному землеробстві є недостатня фінансова забезпеченість подальшого розвитку меліорованих земель, недосконала система кредитування та відсутність часткової компенсації державою вартості дощувальної техніки. Через це за останні 25 років у неполивні землі переведено понад 500 тис. гектарів зрошуваних земель [62].

Ґрунти каштанової зони діляться на темно-каштанові та каштанові. Останні займають вузьку смугу впродовж Сиваша, загальна їх площа 219,4 тис. га. На північ від каштанових ґрунтів у зоні Сухого Степу розповсюджені темно-каштанові ґрунти загальною площею 1270 тис. га [327].

Експериментальна робота виконувалась у Білозерському та Каховському природно-сільськогосподарському районі Херсонської області. Його ґрунтовий покрив представлений темно-каштановими ґрунтами та їх комплексами з солонцями. Вони займають 69,7% ріллі. Ґрунти характеризуються розвинутим гумусовим профілем потужністю 52-58 см, невеликим вмістом гумусу (1,9-2,7%), середньо- й важкосуглинковим гранулометричним складом, дефляційно-безпечні, хімічні та фізичні властивості їх задовільні [380].

Територія району розташована в північній частині Причорноморської низовини на правому березі р. Дніпро в межах верхньопліоценової тераси. У геологічному відношенні верхні тераси складені з чотирьох горизонтів лесово-суглинкової товщі потужністю 25-30 м, розсіченій 2-3 горизонтами похованих ґрунтів. Лесова товща підстеляється красно-бурими глинами, які залягають на неогенових понтичних вапняках. Між вапняками і глинами зустрічаються піщані та глинисті відкладення [270].

Значна частина землекористування рівнинна з великою кількістю подів. Територія, яка прилягає до річок Дніпро, Інгулець і Вірьовчина, характеризується хвилястим рельєфом із розвиненою системою балок. Подові землі займають 11,5% ріллі.

Характеризуються розвинутим гумусовим профілем потужністю 60-70 см, вмістом гумусу 3,0-4,5% і глейовим шаром переважно з глибини 57-70 см. Глеєві горизонти подових ґрунтів характеризуються пониженою водопроникністю, значною вологоємністю за невеликого запасу доступної для рослин вологи [22].

Ґрунти короткочасно сезонно перезвожуються, потребують регулювання водно-повітряного режиму. Підґрунтові води на вододільних плато території району залягають глибше 8-10 м. В останні роки, особливо в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи, спостерігається підтоплення окремих ділянок сільськогосподарських угідь ґрунтовими водами [14].

Землі експериментальної бази Інституту зрошуваного землеробства НААН, де проводились основні дослідження, розташовані в східній частині Білозерського району Херсонської області в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий, вторинно-осолонцьований [143]. У гранулометричному складі ґрунту дослідних ділянок переважає фракція крупного пилу (38,1% в орному шарі), тому вони легко піддаються ерозійним процесам (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Гранулометричний склад темно-каштанового ґрунту дослідного поля  
Інституту зрошуваного землеробства НААН, 2010 р. [143]**

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразка, см	Гігроскопічна вологість, %	Фракції, мм						Сума часток розміром, мм	
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	>0,01
НЄ орн.	10-20	1,06	0,80	21,44	38,10	13,95	4,89	20,82	39,66	60,34
Нрі	35-45	1,10	0,16	17,74	41,84	11,59	5,85	22,82	40,26	59,74
Phi/к	48-52	1,08	0,25	7,94	40,59	14,26	10,07	26,89	51,22	48,78
Рі/к	55-65	1,08	0,32	8,74	30,72	15,90	11,60	32,72	60,22	39,78
Р/к	70-80	1,07	0,40	7,10	31,20	16,20	12,20	32,90	61,30	38,70

У зв'язку з тим, що полив дослідної ділянки проводився водами високої мінералізації з несприятливим співвідношенням одно – і двовалентних катіонів (поливні води Інгулецької зрошувальної системи за ДСТУ-2730-94 [114] відносяться до 2 класу – «обмежено придатні для зрошення») у ґрунтово-поглинаючому комплексі орного шару спостерігається підвищений вміст обмінного натрію, порівняно з ґрунтом, що не поливається (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Якісний склад увібраних основ поглинального комплексу орного шару  
темно-каштанового ґрунту дослідного поля Інституту зрошуваного  
землеробства НААН, 2010 р. [143]**

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразка, см	Сума обмінних катіонів, мг-екв/100 г	% від суми обмінних катіонів		
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
Н(е) орн.	0-30	19,0	66,8	29,7	3,5

Солонцюватість ґрунту визначає незадовільні водно-фізичні властивості орного шару. Низький вміст водостійких агрегатів в орному шарі ґрунту ускладнює його обробіток в сухому стані. За зрошення поверхневий шар запливає, що заважає проникненню води в більш глибокі горизонти ґрунту. Стан фізичної стиглості солонцюватого ґрунту, що визначає придатність його до обробітку в весняний період зтягується, а після обробітку – утворюється грудкувата поверхня. Грудки в сухому стані міцні, важко піддаються обробітку, крім цього, в таких ґрунтах на глибині 30-35 см утворюється ущільнений ілювіальний прошарок, який заважає проникненню в глибокі шари не тільки води, а й кореневої системи рослин [55].

## **2.2 Характеристика метеорологічних умов у роки проведення досліджень**

Температурний режим і забезпеченість регіону теплом в цілому сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур. Середня температура повітря найхолоднішого місяця – січня складає мінус 2°C. Абсолютний мінімум змінюється від мінус 35°C в північній частині до мінус 20°C – на крайньому півдні. Такі морози бувають один раз у 50-60 років. Середньодобова температура лютого наближається до січної. Для зими характерні тривалі та інтенсивні відлиги з підвищенням температури в окремі роки до 15-18°C [5].

Початок вегетаційного періоду, який приблизно збігається з переходом середньодобових температур через 5°C настає в кінці березня і закінчується у південному Степу в першій половині листопада. Сума ефективних температур вище 5°C за місяцями з наростаючим підсумком за досліджуваний період з 2005 по 2016 рр. максимального значення – 2607-2611°C набуває у посушливі роки, зокрема у гостро посушливому 2012 р. (табл. 2.3).

Починаючи з березня, температура кожного наступного місяця підвищується на 4,0-8,0°, а влітку – 1,5-4,0°C. Улітку спостерігаються високі та



сталі температури без значних змін їх по території зони. Середня температура найтеплішого місяця – липня, становить 21°C. Абсолютний максимум температури досягає 39-41°C. У період формування зерна середньодобова температура в цій зоні досягає 19,5-23,0°C [284].

Таблиця 2.3

**Сума ефективних температур вище 5°C за місяцями  
з наростаючим підсумком [13]**

Рік	Місяці						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2003	195	389	738	1673	1977	2133	2350
2004	138	451	854	1574	1905	2375	2219
2005	190	482	876	2135	1763	2076	2164
2006	161	486	888	1387	1859	2146	2263
2007	171	454	857	1332	1785	2117	2289
2008	167	612	1124	1589	2104	2457	2259
2009	109	386	796	1312	1750	2166	2342
2010	106	418	944	1497	2013	2358	2577
2011	126	475	894	1357	1875	2263	2408
2012	263	670	1112	1629	2092	2465	2611
2013	138	523	933	1419	1870	2266	2485
2014	150	548	949	1410	1955	2238	2358
2015	235	581	1042	1556	2113	2475	2607
2016	36	340	777	1341	1786	2097	2228
2017	79	592	1095	1938	2254	2552	2711
<b>Середня</b>	<b>151</b>	<b>494</b>	<b>925</b>	<b>1543</b>	<b>1940</b>	<b>2279</b>	<b>2391</b>

Перехід середньодобової температури повітря до плюсових температур у південному Степу припадає на першу декаду березня. Тривалість періоду з позитивними температурами – 250-280 днів [13].

Початок безморозного періоду в повітрі припадає на другу декаду квітня, а перші осінні заморозки відмічаються у третій декаді жовтня або першій декаді листопада (табл. 2.4).

В окремі роки останні весняні заморозки в повітрі спостерігаються у травні, а перші осінні – у вересні. Проте ймовірність заморозків у травні та

вересні незначна. На поверхні ґрунту весняні заморозки фіксуються пізніше, а осінні спостерігаються раніше на 10-20 днів, ніж у повітрі [13].

Перехід температури через 10°C навесні (початок активної вегетації) спостерігається наприкінці другої декади квітня; восени – у третій декаді жовтня [172]. Для визначення теплозабезпеченості сільськогосподарських культур найчастіше користуються сумами середніх добових температур вище 10°C (сума активних температур).

Таблиця 2.4

**Імовірність заморозків різної інтенсивності подекадно, % [173]**

Мінімальна температура, °C	Квітень			Травень			Вересень		
	декади								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
-1	70	55	20	10	5	1	0	1	5
-3	50	25	5	1	1	0	0	0	1
-5	20	10	1	0	0	0	0	0	0

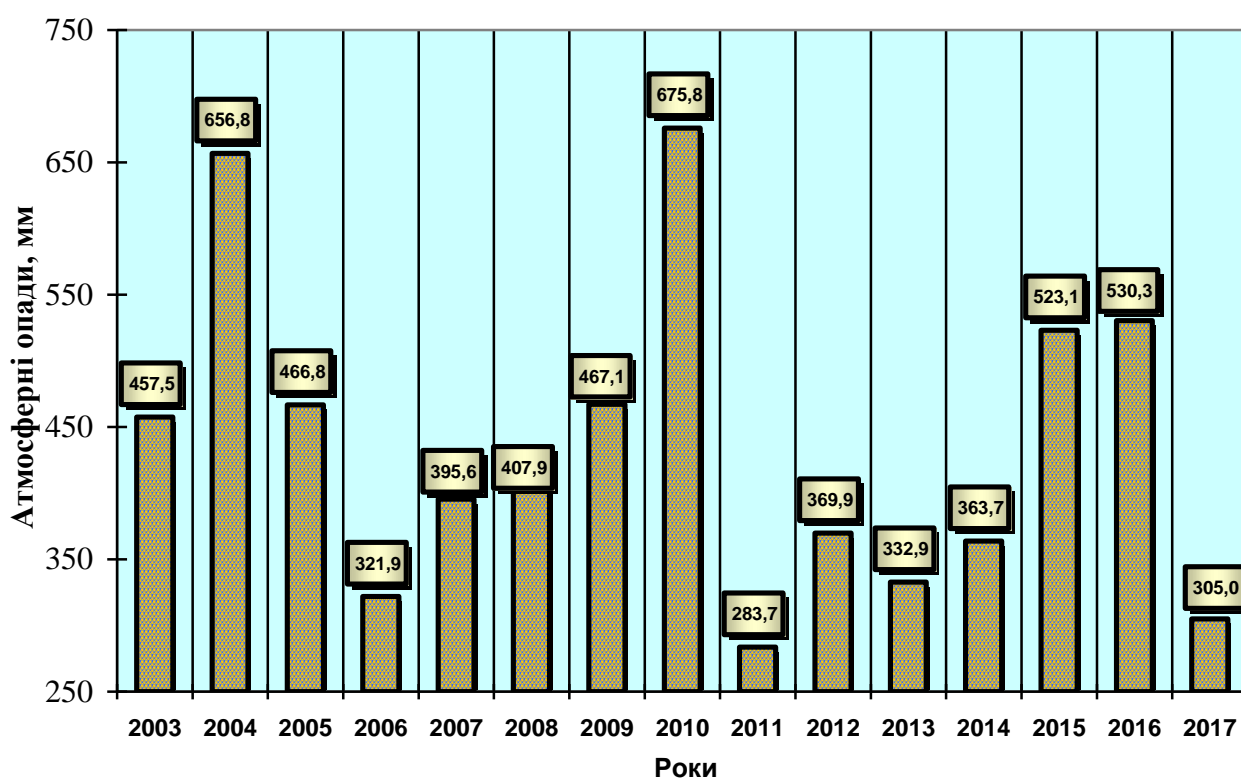
Середні багаторічні суми активних температур у південному Степу коливаються від 3200 до 3500°C. Суми цих температур з імовірністю до 90% дещо менші 3000-3200°C [172]. Отже, на півдні зони щороку можуть досягати пізні гібриди кукурудзи, соняшнику, сорго, середньоранні та ранні сорти бавовнику.

Висока забезпеченість теплом і тривалість вегетаційного періоду дають змогу отримувати два урожаї на рік зернових, картоплі, овочів та 2,5-3 урожаї кормових культур. Стримують повну реалізацію теплових ресурсів обмежені умови зволоження, тому вирощування вище перелічених культур може бути високоефективним лише за умови зрошення [173].

Розподіл опадів по території південної зони відзначається великою нерівномірністю. Це залежить від розмірів зони в широтному напрямку, а також від умов рельєфу. У південному Степу кількість опадів становить до

400 мм, а на узбережжях Чорного і Азовського морів – до 350 і менше. В окремі роки кількість опадів різко коливається – від 284 до 676 мм, тобто більше в 2,4 рази (рис. 2.1). Найбільш рівномірно опади випадають взимку. У цілому за зимовий період випадає від 125 до 175 мм [13].

У теплий період (травень-вересень) опади мають особливо важливе значення для сільського господарства. Їх кількість за останні 26 років коливається від 340 до 127 мм. Літні опади здебільшого випадають у режимі злив, які поряд з позитивною дією – зволоженням, можуть завдавати значних збитків народному господарству [13].



**Рис. 2.1 Річна кількість атмосферних опадів за період з 2003 по 2017 рр. за даними Херсонської агрометеорологічної станції [13]**

У більшості районів добові максимуми опадів становлять 110-150 мм. Кількість днів з опадами 1 мм і більше в середньому за рік дорівнює 70 на півночі зони і 50 на півдні, а з опадами 5 мм і більше – відповідно 30 і 20 днів,

бездощові періоди в середньому продовжуються 20-25 днів. У північній частині південного Степу раз у два роки бездощові періоди тривають до 35 днів, а на крайньому півдні – більше 40 днів. Така тривалість бездощового періоду призводить ґрунтову посуху [359].

Кількість посушливих днів у південному Степу складає 90-94. У такі дні відносна вологість повітря становить 30% і менше. Низька відносна вологість у поєднанні з високою температурою повітря і вітром згубно впливає на рослинність. Звичайно, дні з швидкістю вітру понад 5 м/с, відносною вологістю 30% і нижче, температурою повітря 25<sup>0</sup>С і вище та дефіцитом вологості повітря 20-22% вважають днями з суховіями. Найбільше суховійних днів від 15 до 24, проте на узбережжі Чорного й Азовського морів відносна вологість повітря підвищується, тому кількість днів з суховіями значно зменшується. На відстані 30 км від моря сухість повітря знову підвищується. Шкідливість суховіїв можна послабити агроеліоративними заходами, регулюючи накопичення вологи гідромеліоративними спорудами регулювання поверхневого стоку на схилових землях і зрошенням на рівнинних землях першої еколого-технологічної групи. Характерними для цієї зони є і пилові бурі, повторюваність яких складає 9-12 днів на рік [156].

Для активного проходження біологічних процесів сільськогосподарські рослини потребують при відповідній сумі температур вище 10<sup>0</sup>С певної кількості доступної вологи. У Південному Степу ця кількість вологи не завжди відповідає потребам. Недостатня зволоженість обумовлює надмірне заповнення пор повітрям, що призводить пригнічення рослин і за різкої нестачі вологи – їх загибель [209].

Наведеним умовам зволоження відповідають певні величини гідротермічного коефіцієнту за Селяніновим: надмірно вологі >1,6; вологі – 1,6-1,3; недостатньо вологі – 1,2-1,0; посушливі – 0,9-0,7; дуже посушливі – <0,7. ГТК за травень-вересень розраховано за період із середньодобовими температурами понад 10<sup>0</sup>С (табл. 2.5).

У південно-степовій зоні величину врожаю сільськогосподарських

культур визначають запаси продуктивної вологи в період сівби. Незадовільні запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту в період сівби спостерігаються в один-три роки з десяти.

Виходячи з цього, після різних попередників необхідно застосовувати такі прийоми обробітку ґрунту й організації сівозмінної території, які б сприяли накопиченню та збереженню вологи в ґрунті. З перших днів весни після відновлення вегетації, озимі культури, маючи на цей час розвинену кореневу систему, починають використовувати вологу з метрового шару ґрунту, проте у ярих культур спостерігається нестача вологи [209].

Таблиця 2.5

**Гідротермічний коефіцієнт зони Південного Степу України  
(за даними Херсонської агрометеорологічної станції [13])**

Рік	Місяці							
	V	VI	VII	VIII	IX	V-VI	VII-VIII	V-VIII
2003	1,2	1,0	0,9	0,3	0,1	1,1	1,0	0,9
2004	0,9	1,2	1,2	0,8	0,1	1,1	1,2	1,0
2005	0,3	1,0	0,8	1,8	2,1	0,7	1,3	1,0
2006	1,0	1,1	1,7	1,5	0,3	1,0	1,6	1,3
2007	1,1	0,9	1,2	0,3	1,4	1,0	0,7	0,9
2008	1,7	0,1	0,9	0,5	0,8	0,9	0,7	0,8
2009	1,3	1,1	0,1	0,5	1,3	1,2	0,3	0,7
2010	1,7	0,1	0,4	0,5	0,4	0,9	0,5	0,7
2011	0,3	1,1	2,0	0,4	0,3	0,7	1,2	1,0
2012	0,6	0,9	1,0	1,5	0,0	0,8	1,2	1,0
2013	0,1	0,5	0,4	1,2	0,2	0,3	0,8	0,6
2014	0,9	1,7	1,9	0,1	1,2	1,3	1,0	1,2
2015	0,8	0,8	0,5	0,1	0,1	0,8	0,3	0,5
2016	1,0	0,6	0,3	0,5	1,2	0,8	0,4	0,6
2017	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
<b>Середнє</b>	0,89	0,81	0,90	0,67	0,64	0,85	0,82	0,82

Осінньо-зимові опади збільшують запаси вологи в ґрунті, завдяки чому навесні в період відновлення вегетації пшениці озимої у більшості випадків запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту після всіх попередників мало

різнятися. Імовірність років, коли весняні запаси вологи забезпечують добрий стан озимини як після парів, так і після непарових попередників в південному степу, становить 85-90%. Для ярих сільськогосподарських культур імовірність років із запасами вологи понад 90 мм, які забезпечують їх нормальний ріст і розвиток, становить 70%, імовірність задовільних запасів вологи (60-90 мм) – 20%, а незадовільних (менше 60 мм) – 10%, тобто один раз у десять років [257].

Орний шар ґрунту навесні, за всіх прийомів основного обробітку ґрунту, майже завжди насичений вологою. Оскільки до періоду формування третього і четвертого листка ранні ярі зернові культури ще слабо розвинені, їх потреба у волозі відносно невелика. Запаси продуктивної вологи понад 20 мм в орному шарі забезпечують нормальний розвиток рослин. Недостатня забезпеченість вологою ранніх ярих зернових культур у цей період буває в три – чотири роки з десяти [284].

Проте бувають роки, коли орний шар ґрунту навесні добре забезпечений вологою для нормального розвитку ранніх ярих зернових культур до їх укорінення, а в метровому шарі запаси продуктивної вологи через незначну кількість зимових опадів недостатні. Це не дає можливості рослинам в окремі роки використовувати вологу з метрового шару ґрунту після укорінення, тому за тривалої відсутності дощів стан їх значно погіршується [268].

За даними Херсонської агрометеорологічної станції [13] (додатки Б.1-Б.12) погодні умови за роки проведення досліджень мали наступні основні метеорологічні особливості:

➤ 2003 р. – несприятливий для перезимівлі й весняної вегетації озимих і ранніх ярих культур через незначну кількість опадів, низькі температури і травневі приморозки, однак сприятливий для пізніх ярих культур. Характеризувався сприятливими умовами для росту й розвитку досліджуваних сільськогосподарських культур. Максимальна кількість опадів припала на зимовий період – 106,8 мм (138,9% норми), весняний – 112,7 (127,6) і літній – 153,8 мм (127,8% середньо-багаторічної норми). Найбільш посушливим виявився вересень, у якому випало лише 4,9 мм опадів. Відносна вологість

повітря в липні становила 55%, в серпні і вересні – 55%. Максимальна температура повітря спостерігалася в червні – 32,7° та травні – 33,5°С;

➤ 2004 р. – сприятливий для вирощування досліджуваних культур, починаючи з перезимівлі озимих. Властивістю року було надходження великої кількості атмосферних опадів, яка становила 656,8 мм, що на 75% вище за середню багаторічну норму. Впродовж весняно-літнього періоду кількість опадів була вищою за норму на 87,9% і дорівнювала 407,2 мм, у тому числі в травні кількість опадів досягала 97,1, червні – 54,3, липні – 101,9 і серпні – 120,3 мм. Усього в літній період випало 276,5 мм опадів (229,8% норми). Максимальна температура повітря була в серпні – 35,5° і липні – 35,1°С. Середня відносна вологість повітря в квітні досягала 60%, а дефіцит вологості повітря – 5,8 мб;

➤ 2005 р. – за всіма метеорологічними показниками відносився до середніх років. На відміну від попереднього року, спостерігалася недостатня кількість атмосферних опадів в теплий період (квітень-жовтень) – 89,0% норми і, навпаки, значне їх надходження на рівні 219,8 мм у холодний період (листопад-березень). Усього за весняно-літній період 2005 р. випало 100% норми (216,8 мм). Середня температура повітря в березні досягала 1,5°, квітні – 10,8 і травні – 17,9°С. Максимальна температура повітря зафіксована в травні – 34,3°, липні – 35,3 і 36,9°С серпні. Середня температура повітря у вересні склала 19,1°С;

➤ 2006 р. – відрізнявся складними погодними умовами, холодною зимою, пізньою весною та спекотливим літом. Опадів за період інтенсивного росту й розвитку рослин випало 254,1 мм, причому їх розподіл був украй нерівномірним: травень – 8,0 мм, червень – 62,0, липень 5,9 мм, серпень – 39,5 мм, вересень – 19,5, жовтень – 6,4 мм. За таких посушливих і несприятливих умов період інтенсивного наливу зерна в озимих зернових і критичні періоди у пізніх ярих культур проходили за недостатньої кількості опадів і високих температур повітря (середня температура повітря липня 22,5°, серпня – 24,2°С);

➤ 2007 р. – характеризувався спочатку як сприятливий для озимих і ранніх ярих культур, проте, починаючи з травня, – як дуже несприятливий і гостро

посушливий. Зимовий і ранньовесняний періоди за показниками температурного режиму були сприятливими для озимих культур, отримання сходів і розвитку ярих. За цей період випало 91,7 мм атмосферних опадів (84% середньо-багаторічної норми). Весняно-літній період характеризувався невеликою кількістю опадів (38,5 мм), високою температурою повітря в травні та червні (вище норми на 2,9° та 3,1°C, відповідно) і тривалими суховіями. У цілому, згідно з розрахунками, температура повітря у травні перевищувала середні багаторічні показники на 2,9°C, у червні – на 2,9, у липні – на 2,6, у серпні – на 3,5, у вересні – на 0,7°C. Кількість атмосферних опадів за травень та літні місяці була на 66,4 мм (35,4%) меншою за середньобагаторічні показники. Максимальні середньодобові температури повітря у червні сягали 32-36°, а у липні і серпні – 36-38°C;

➤ 2008 р. – спочатку відрізнявся дуже сприятливими умовами (достатнє надходження атмосферних опадів, помірно високі температури, відсутність суховіїв) для вирощування сільськогосподарських культур (особливо – озимих), що позитивно позначилося на їх продуктивності. За весняний період температура повітря була на 1,1°C меншою за середньобагаторічні показники. У подальшому відмічена тенденція до підвищення температури повітря у червні – на 1,2°, у липні – на 0,9°, у серпні – на 3,0°C відносно середньобагаторічних показників. Максимальні середньодобові температури повітря у червні сягали 24,1-24,6°, а у липні і серпні – 28,2-28,9°C. Кількість опадів за період з травня по серпень становила 288,4 мм, що на 25,8% вище за середньобагаторічні показники;

➤ 2009 р. – характеризувався сприятливими умовами для пшениці озимої та інших культур. Зима цього року була теплою – середня температура повітря за зимовий період становила 0,3°C тепла, що вище норми на 1,1°C. Максимальне промерзання ґрунту відбулося до глибини 44-46 см. Стійкого снігового покриву не спостерігалось. Весна характеризувалась теплою з атмосферними опадами погодою – середня за період температура повітря становила 10,2°C (вище за норму на 0,8°C). Останні приморозки були відмічені



в третій декаді квітня. Атмосферних опадів за цей період надійшло вище норми (108,5 мм). Літо було спекотним з достатньою кількістю атмосферних опадів, які мали переважно зливовий характер і надходили дуже нерівномірно за інтенсивністю та розподілом в часі. Гідротермічний коефіцієнт для літнього періоду становив 0,5. В червні відмічена жарка з великою кількістю (101,4 мм) опадів погода. Так, середньомісячна температура досягла 22,5°C (вище норми на 2,4°). Осінь 2009 р. була теплою та характеризувалась достатнім надходженням опадів. Температура повітря за цей період перевищувала середньобагаторічні дані на 1,9-2,4°C;

➤ 2010 р. – мав істотні відмінності у формуванні погодних умов, порівняно з багаторічними тенденціями. Взимку – істотними коливаннями температур та періодами з різким зниженням температури повітря, влітку – суттєвим підвищенням температури повітря та надходженням великих обсягів опадів. Зима характеризувалась помірно теплою погодою з істотними опадами, проте були періоди значного похолодання. Наприклад, температура повітря третьої декади січня була нижче норми на 7,5°C. Сніговий покрив за зимовий період утворювався тричі. Всього за цей період випала подвійна норма опадів – 223,8 мм (228% середньої багаторічної норми). Перехід середньодобової температури повітря через 0°C відбувся на 10 днів раніше середньобагаторічних показників. Весна 2010 року характеризувалася теплою з опадами погодою. Середня за весняний період температура повітря склала 10,6°C (вище норми на 1,2°). В травні були відмічені дуже істотні коливання температурного режиму від мінус 9,2°C до 28,3°C. Опадів за весняний період випало 87 мм (на 23% менше норми). Літо 2010 р. було спекотним зі значними опадами, які мали зливовий характер та розподілялись дуже нерівномірно. Гідротермічний коефіцієнт для цього сезону становив 0,7, середня температура повітря дорівнювала 24,5°C (вище норми 3,5°). Опадів надійшло 146,8 мм (111% норми). За літній період відмічено 27 днів з суховіями;

➤ 2011 р. – кліматичні показники зимового періоду цього року відрізнялись від середньобагаторічних несуттєво. Весна характеризувалася помірними

температурами і підвищеною кількістю опадів у другій її половині, що сприятливо позначилося на стані рослин, середньодобова температура повітря у березні була  $2,4^{\circ}\text{C}$ , тоді як середньобагаторічна становила  $2,2^{\circ}\text{C}$ . Відносна вологість повітря була на рівні 74%, порівняно з 76% середньобагаторічною. Інтенсивність опадів була меншою у п'ять разів за норму і становила лише 3,8 мм. Суттєво більша кількість опадів була у квітні – 39,1 мм, порівняно з 25 мм середньобагаторічних. Істотно покращилися умови вологозабезпечення у травні. Порівняно із середньобагаторічною нормою (37 мм), кількість опадів, що випала у травні, досягла 79,6 мм. Середньодобова температура повітря була дещо нижчою (на  $1,5^{\circ}\text{C}$ ), вологість вищою (на 14 %) за середньобагаторічну. Погодні умови літнього періоду суттєво не відрізнялися від середньобагаторічних показників. У червні місяці середньодобова температура становила  $19,3^{\circ}\text{C}$ , що на  $1^{\circ}\text{C}$  вище за середньобагаторічну. Відносна вологість була вищою на 9% і становила 72%, кількість опадів була більшою на 14,1 мм, або на 56%. Відчувався дефіцит опадів, що становили 17,4 мм, порівняно із 36 мм середньобагаторічних. Серпень виявився дещо прохолоднішим. Осінь 2011 року була гостро посушливою. За осінній період випало лише 13,2 мм опадів, у той час, як середньобагаторічна кількість їх становить 83 мм;

➤ 2012 р. – спостерігалися складні погодні умови. Так, відсутність запасів вологи осінньо-зимового періоду та недостатня кількість опадів у квітні місяці (27% від середньобагаторічних показників) та перші дві декади (14% від норми) травня, а також високі температури повітря ( $30^{\circ}\text{C}$  і вище за сезон спостерігались 19 днів, з суховіями – 10 днів) зумовили негативну реакцію сільськогосподарських культур на умови зовнішнього середовища. У подальшому відмічена тенденція до підвищення температури повітря у червні – на  $3,5^{\circ}$ , у липні – на  $4,7^{\circ}$ , у серпні – на  $2,3^{\circ}\text{C}$  відносно середньобагаторічних показників. Максимальні середньодобові температури повітря у червні сягали  $31,1-36,0^{\circ}$ , а у липні і серпні –  $38,1-38,7^{\circ}\text{C}$ . Кількість опадів за період з травня по серпень становила 179,2 мм, що на 17,5% нижче за середньобагаторічні показники;

➤ 2013 р. – весна була тепла. За квітень і травень місяць випало, відповідно, 4,2 та 3,6 мм опадів. Це оптимально вплинуло на ріст і розвиток рослин озимих культур. Перша декада липня була сприятливою для розвитку всіх культур, проте в другій декаді різке зниження температури повітря негативно впливало на процеси запилення та дозрівання. Опади, які випали в першій декаді липня в кількості 38,8 мм, негативно вплинули на плодоутворення. Сума ефективних температур вище 10°C в середньому склала в квітні місяці 12,8°, у травні 20,9°, в червні 22,3°, в липні 23,0°, в серпні 23,8°, у вересні 15,4°C. Сума опадів становила в червні – 104, в липні – 59,8, в серпні – 19, у вересні – 39,8 мм. Середньодобова відносна вологість повітря дорівнювала в квітні місяці 69%, в травні – 58,3 в червні – 64,3, в липні – 60,6, в серпні – 52,9, у вересні – 73,4%;

➤ 2014 р. – погодні умови характеризувались як несприятливі для росту й розвитку рослин та одержання високого рівня врожаю сільськогосподарських культур. Починаючи з липня і до середини вересня цього року, утримувалась жарка без істотних опадів погода. Лише у другій половині вересня випали продуктивні опади, які за місяць склали 43,7 мм, що трохи більше за норму (40 мм), і тим самим зволожили посівний шар ґрунту та дозволили отримати дружні сходи. Крім того, в жовтні випало ще 53,9 мм, що поповнило запаси вологи в ґрунті і сприяло доброму росту й розвитку рослин озимих культур впродовж осінньої вегетації. На час припинення вегетації озимі культури знаходились у доброму стані, краще розкущились, мали дещо більші показники вегетативної маси і висоти рослин, ніж зазвичай. Перезимівля всіх озимих культур пройшла задовільно. Проте за зиму випало 53,9 мм опадів, тобто 51,8 % норми. Умови для накопичення вологи в ґрунті були несприятливі. Для пізніх ярих культур погодні умови сприятливими були лише на початку вегетації. В подальшому їх вегетація проходила за спекотної погоди без продуктивних опадів. Лише у червні випало 64,4 мм атмосферних опадів, які поповнили запаси ґрунтової вологи. За критерієм Іванова коефіцієнт зволоження склав 0,10, що відповідає умовам пустелі;

➤ 2015 р. – у третій декаді січня і на початку лютого утримувалась аномально тепла погода, яка позитивно вплинула на стан слаборозвинених посівів озимих культур – він дещо покращився. Погодні умови в період вегетації озимих зернових культур були сприятливими для їх росту й розвитку, внаслідок цього сформувалась добре розвинена надземна маса озимини з достатньою кількістю продуктивних стебел. Літо було жарким, на початку з опадами, які мали зливовий характер. Середня за сезон температура повітря була 22,5°C, що вище норми на 1,5°C. Максимальна температура повітря підвищувалась до 38,6°C в другій декаді серпня, а на поверхні ґрунту до 59,7°C. Опади впродовж літнього періоду випадали нерівномірно: червень – 38,3 мм, липень – 104,6, серпень – 12,1 мм. Так, за сезон випало 155,0 мм, що вище середньобагаторічної норми на 15%. Наприкінці вегетаційного періоду, в вересні місяці, склалась посушлива погода з середньодобовою температурою повітря;

➤ 2016 р. – був сприятливим для розвитку сільськогосподарських культур. Так, у квітні температура коливалася в межах 12,3-14,5°C, що на 0,4-0,7°C вище норми. Перша декада травня характеризувалась теплою з опадами погодою. Максимальна температура підвищувалась у повітрі до 24°C тепла, на поверхні ґрунту до 50°C. Мінімальна температура у нічні години у повітрі знижувалась до 6,2°, на поверхні ґрунту до 5°C. Мінімальна температура повітря у травні становила 7°C, на поверхні ґрунту до 4,6°, на висоті 2 см над поверхнею ґрунту до 4,0°C. Наприкінці травня встановилася тепла з опадами погода. На початку червня тепла з опадами погода змінилася жаркою з опадами погодою у липні та у першій декаді серпня. Наприкінці серпня встановилася тепла з опадами погода, максимальна температура у повітрі знижувалась до 15,4°, на поверхні ґрунту – до 15,2°C. Опадів за третю декаду випало 26,1 мм, або 145% норми;

➤ 2017 р. – характеризується як дуже посушливий. За період вегетації сої випало лише 80,5 мм опадів, за норми – 227 мм. ГТК за весь період вегетації культур зрошуваної сівозміни становив 0,24. Разом із тим, погодні умови були сприятливими для початкових етапів росту й розвитку сої та кукурудзи. Проте

в серпні, у період формування й наливу насіння встановилася суха, жарка та бездощова погода з високими температурами повітря і суховіями. У першу декаду серпня середньодобова температура повітря становила 29,8°C, що на 6,6°C вище за норму. У денні години температура повітря була в межах 30-34°C із суховіями. Всю другу декаду серпня утримувалась температура повітря 32-35°C, відмічено суховії при зниженні відносної вологості повітря до 19-29%. Не дивлячись на проведення додаткових вегетаційних поливів на культурах короткоротаційної сівозміни високі температури повітря і суховії (яких було 23 дні) призводили до перегріву рослин, що негативно позначилося на продуктивності культур сівозміни та зменшило рівень урожайності.

Роки досліджень за дефіцитом випаровуваності характеризувались як: 2003 – середньовологий; 2004 – вологий; 2005 – середньовологий; 2006 – середньосухий; 2007 – сухий; 2008 – середній; 2009 – середній; 2010 – середньовологий; 2011 – середньосухий; 2012 – сухий; 2013 – середньосухий; 2014 – середній; 2015 – середньосухий; 2016 – середній; 2017 – середньосухий. Отже, роки проведення досліджень за погодними умовами були різними, що, по-перше, дозволило отримати об'єктивну інформацію з досліджуваних питань, а, по-друге, ґрунтові та погодні умови за роки проведення досліджень достатньою мірою відображають агроекологічні та кліматичні ресурси Південного Степу України, що свідчить про достовірність одержаних експериментальних даних, висновків та рекомендацій виробництву.

### **2.3 Методика проведення досліджень, агротехніка в польових дослідках**

Дослідження проведено впродовж 2003-2017 рр. у стаціонарних дослідках відділу зрошуваного землеробства, які закладено у 1966 р. на землях дослідного поля Інституту зрошуваного землеробства НААН у польових сівозмінах, розгорнутих у часі і просторі в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи.

Після масштабного впровадження зрошення на півдні України у 1966 році минулого століття на експериментальній базі Інституту зрошеного землеробства було закладено стаціонарний дослід з встановлення ефективності глибини оранки під сільськогосподарські культури у найбільш поширеній на той час 8-пільній зернотрав'янопросапній (плодозмінній) сівозміні [221]. (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

**Схема стаціонарного дослід з вивчення систем основного обробітку ґрунту у 8-пільній плодозмінній сівозміні на темно-каштановому ґрунті дослідного поля Інституту зрошеного землеробства НААН [221]**

№ поля	Культура сівозміни	Спосіб та глибина обробітку, см				
		полицевий варіант 1	безполицевий варіант 2	безполицевий варіант 3	диференційований варіант 4	диференційований варіант 5
1	Ячмінь	20-22	20-22	12-14	33-35 (п)	12-14 (п+щ)
2	Люцерна	Післядія				
3	Люцерна	Післядія				
4	Пшениця озима	28-30	28-30	12-14	12-14 (ф+щ)	14-16 (ко)
	Після-жнивні	Сівба у попередньо необроблений ґрунт				
5	Буряки цукрові	30-32	30-32	12-14	14-16 (ко)	30-32 (до)
6	Кукурудза на силос	20-22	20-22	12-14	20-22 (о)	20-22 (о)
7	Пшениця озима	23-25	23-25	12-14	12-14 (ф+щ)	14-16 (ко)
	Після-жнивні	Сівба у попередньо необроблений ґрунт				
8	Кукурудза на зерно	28-30	28-30	12-14	28-30 (до)	28-30 (ч)
Енергоємність обробітку, Дж/га		1,4	0,8	0,5	1,3	1,1
Продуктивність сівозміни, к.од./га		127,8	118,4	115,3	129,7	125,9

**Примітки:** о – оранка; п – плоскорізний обробіток; ч – чизельний обробіток; до – двоярусна оранка; щ – щілювання 40 см; ко – комбінований обробіток; ф – фрезерний обробіток

На гектар сівозмінної площі вносилося  $N_{95}P_{70}K_{30}$  та 7,5 тони напівперепрілого гною. Продуктивність сівозміни досягала 8,0-8,5 т/к.од. на гектар. За результатами досліджень першої ротації та економічним обґрунтуванням 5-ти систем полицевого обробітку виробництву було рекомендовано проведення в плодозмінних сівозмінах різноглибинної оранки з глибиною обробітку під пшеницю озиму на 23-25 см, кукурудзу на зерно – 28-30, буряк цукровий – 30-32, люцерну – 25-27, та кукурудзу на силос – 20-22 см, сівба багатоконпонентних травосумішок на зелений корм проводилася стерньовими сівалками в попередньо необроблений ґрунт.

Протягом наступного десятиліття (1976-1986 рр.) з переходом на безполицеві системи обробітку продуктивність сівозміни знизилася на 3-7% за винятком варіанту різноглибинної оранки (контроль). З 1986 року було збільшено дозу внесення мінеральних добрив до  $N_{157}P_{110}$  гною до 15 тонн в розрахунку на один гектар сівозмінної площі. Як результат продуктивність цієї сівозміни, за виходом кормових одиниць складала у варіанті різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби 12,8 т/к.од. За диференційованого обробітку, де протягом ротації сівозміни чергувалася оранка з фрезерним і дисковим розпушуванням та щільюванням, продуктивність становила 12,6-13,0 т/к.од. на 1 гектар сівозмінної площі ГДж/га.

Починаючи з 90-х років минулого століття ситуація щодо формування сівозмін на зрошуваних землях в Україні кардинально змінилася у зв'язку з істотним скороченням поголів'я ВРХ та катастрофічним зниженням в сівозмінах питомої ваги кормових культур насамперед люцерни. Керуючись економічними чинниками агровиробники почали масово впроваджувати інтенсивну систему землеробства на зрошуваних землях з сівозмінами максимально насиченими соєю, кукурудзою, ріпаком озимим та соняшником. Тому виникла необхідність наукового обґрунтування з агроеліоративної, економічної, енергетичної та екологічної точок зору короткоротаційних зрошуваних сівозмін.

У стаціонарному досліді за умов зрошення упродовж 2007-2010 рр. проводили дослідження з обґрунтування систем основного обробітку ґрунту з

використанням ґрунтообробних знарядь з різною конструкцією робочих органів. До складу 4-пільної сівозміни було включено: пшеницю озиму з післяжнивним посівом проса, кукурудзу на зерно, сою та ріпак ярий (сівозміна-1).

Вивчали п'ять систем основного обробітку ґрунту, які різнилися між собою способами, прийомами та глибиною розпушування: система різноглибинного основного полицевого обробітку з глибиною розпушування від 20-22 до 28-30 см; система різноглибинного основного обробітку ґрунту без обертання скиби з такою ж глибиною розпушування; система одноглибинного мілкого (12-14 см) обробітку без обертання скиби під усі культури сівозміни; дві системи диференційованого основного обробітку, за яких протягом ротації сівозміни оранку і глибокий чизельний обробіток чергували з мілким безполицевим розпушуванням та щілюванням.

Системи удобрення та захисту сільськогосподарських культур сівозміни були рекомендованими для умов зрошення у Південному Степу України з внесенням у розрахунку на один гектар сівозмінної площі  $N_{90}P_{60}$ , використанням на добриво всієї листостеблової маси культур сівозміни та застосуванням інтегрованої системи захисту рослин (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

**Схема стаціонарного дослідження з вивчення систем основного обробітку ґрунту в сівозміні-1 на зрошенні, середнє за 2007-2010 рр.**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Обробіток під культуру сівозміни			
		пшениця озима	кукурудза на зерно	соя	ріпак ярий
1	Полицева різноглибинна (контроль)	20-22 (о)	28-30 (о)	23-25 (о)	25-27 (о)
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	28-30 (ч)	23-25 (ч)	25-27 (ч)
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)
4	Диференційована-1	12-14 (д)	20-22 (о)	12-14 (д + щ)	14-16 (ч)
5	Диференційована-2	8-10 (п)	28-30 (о)	14-16 (ч)	14-16 (ч)

**Примітки:** о – оранка; ч – чизельне розпушування; щ – щілювання; п – поверхнєве розпушування

Розміщення варіантів у дослідіах було систематичним, повторність – чотириразова, площа ділянок – 450 м<sup>2</sup> [98, 112, 205].



У 2011-2015 рр. до складу культур досліджуваної сівозміни замість ріпаку ярого включено сою, а замість пшениці озимої – ячмінь озимий з післяжнивною сівбою проса (сівозміна-2). У стаціонарному досліді вивчали п'ять систем основного обробітку ґрунту, які відрізнялися між собою глибиною розпушування, витратами непоновлюваної енергії на їх виконання. Дослід проводили на фоні двох органо-мінеральних систем удобрення з використанням на добриво листостеблової маси усіх культур сівозміни та внесенням добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$ . (табл.2.8).

Таблиця 2.8

**Схема стаціонарного досліді з вивчення систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні-2 на зрошенні, середнє за 2011-2015 рр.**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту (фактор А)	Фон мінерального живлення (фактор В) / культури сівозміни							
		внесення на 1 га сівозмінної площі дози добрив $N_{75}P_{60}$				внесення на 1 га сівозмінної площі дози добрив $N_{97,5}P_{60}$			
		кукурудза на зерно	соя	ячмінь озимий пшениця озима	соя	кукурудза на зерно	соя	ячмінь озимий пшениця озима	соя
1	Полицева різноглибинна (контроль)	28-30 (о)	23-25 (о)	20-22 (о)	25-27 (о)	28-30 (о)	23-25 (о)	20-22 (о)	25-27 (о)
2	Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	23-25 (ч)	20-22 (ч)	25-27 (ч)	28-30 (ч)	23-25 (ч)	20-22 (ч)	25-27 (ч)
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)	12-14 (д)
4	Диференційована-1 з одним щілюванням на 38-40 см за ротацію сівозміни	20-22 (о)	12-14 (д+щ)	12-14 (д)	14-16 (ч)	20-22 (о)	12-14 (д+щ)	12-14 (д)	14-16 (ч)
5	Диференційована-2 з однією оранкою на 28-30 см за ротацію сівозміни	28-30 (о)	12-14 (д)	8-10 (п)	14-16 (ч)	28-30 (о)	12-14 (д)	8-10 (п)	14-16 (ч)

**Примітка:** о – оранка; ч – чизельне розпушування; л – лушення; щ – щілювання, п – поверхнєве розпушування

Закладання варіантів досліді з основного обробітку ґрунту проводили: оранка – плугом лемішним ПЛН-5-35; чизельне розпушування – чизельним глибокорозпушувачем ЧГ-40-02; дисковий обробіток на 12 - 14 см – важкою дисковою бороною БДВП-4,2; дискове розпушуванням зі щілюванням на 38-

40 см комбінованим знаряддям БДВП-3,0-01; дисковий поверхневий обробіток (8-10 см) – легкою дисковою бороною БДЛП-4 з котками (табл. 2.8).

Агротехнічні умови вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні були загально визначеними для зрошуваних земель Південного Степу, окрім факторів, які досліджували. Поливи проводили дощувальним агрегатом ДДА-100 МА. В наукових дослідженнях застосовували біологічно оптимальні режими зрошення з підтриманням вологості у розрахункових шарах ґрунту 0 - 50 та 0 - 70 см на рівні 75-80% НВ упродовж усього періоду вегетації культур сівозмін. Основний обробіток ґрунту в досліді проводили з використанням серійних та експериментальних ґрунтообробних знарядь і машин, які надавав ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН для випробування на меліорованих землях.

Розміщення варіантів у досліді систематичне, повторність – чотириразова, площа ділянок – 450 м<sup>2</sup>. За контроль прийнята загально визначена, система різноглибинної оранки на глибину від 20-22 см під пшеницю озиму, до 28-30 см – під кукурудзу на зерно. Закладання польових дослідів проведено згідно методики дослідної справи, спеціальних методик з меліорації, зрошувального землеробства, ґрунтознавства, захисту рослин, мікробіології, методичних рекомендацій та посібників [98, 112, 144, 251, 252 та ін.].

У боротьбі з бур'янами, шкідниками та хворобами використовувались пестициди й агрохімікати, занесені до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» з використанням спеціальних методик і методів [252].

У польових дослідіх висівали районовані для степової зони сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні». Урожай сільськогосподарських культур у досліджуваних сівозмінах визначався шляхом механізованого або ручного збирання з наступним зважуванням [112].

Урожай сільськогосподарських культур у досліджуваних сівозмінах визначали шляхом механізованого або ручного збирання з наступним

зважаючись. Визначали структуру врожаю, співвідношення соломи та зерна, стебел і качанів у кукурудзи з перерахунком на суху й абсолютно суху речовину, враховували біомасу післяжнивних-кореневих залишків з визначенням вмісту загальної та обмінної біологічної енергії в урожаї [375]. Дані всіх обліків, аналізів і спостережень обробляли на ЕОМ методом дисперсійного, кореляційно-регресійного аналізу [91, 98]. У таблицях і тексті дисертаційної роботи найменша істотна різниця наведена на 5-% рівні значущості [128].

Дослідження в усіх сівознах, що ставилися на вивчення, супроводжувались комплексом вимірювань, аналізів, спостережень за водним і поживним режимами ґрунту, агроеліоративним станом, щільністю складення, пористістю ґрунту, забур'яненістю посівів, ураженням сільськогосподарських культур хворобами й ушкодженням шкідливими організмами [252].

З метою всебічної оцінки досліджуваних систем обробітки ґрунту в сівознах, що ставилися на вивчення, проводилися відповідні напрями досліджень спостереження, аналізи й обліки. Глибину обробітки ґрунту визначали від краю необробленої борозни до її дна за допомогою борозноміра, на кожній ділянці робили не менше п'ятдесяти вимірювань. Після визначення середньої глибини на кожній ділянці досліду визначали коефіцієнт рівномірності обробітки й оцінювали за п'ятибальною шкалою [119].

Грудкуватість поверхні визначали методом накладання метрових рамок, розділених на квадрати розміром  $5 \times 5$  см. Усі грудки діаметром 5 см і більше замірялись по довжині та ширині з точністю до 1 см, після чого визначалась сумарна площа грудок, при віднесенні якої до загальної площі метрівки отримували грудкуватість поверхні оброблюваної ділянки [116-121].

Щільність складення орного шару встановлювали за методом ріжучого кільця [122], водопроникність – методом заливних майданчиків у трьохгодинній експозиції з подальшим визначенням глибини промочування [119]. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом [65]. Сумарне водоспоживання посівів – методом водного балансу без урахування підживлення ґрунтовими водами [255]. Нітрати визначали за методом

Грандваль-Ляжу [123], нітрифікаційну здатність – за Кравковим, рухомий фосфор – за Мачигіним, обмінний калій – на полуменевому фотометрі [115], вміст гумусу визначали за методом І. В. Тюріна-Конової [119].

Метеорологічні показники, які характеризують погодні умови вегетаційного періоду культур короткоротаційних сівозмін, дали можливість розрахувати показники природної вологозабезпеченості, що встановлювали за дефіцитом випаровування [186]. Дефіцит випаровування [255] за роки проведення досліджень визначали за формулою (2.1):

$$DE = E_0 - O, \quad (2.1)$$

де:  $DE$  – дефіцит випаровування, мм;

$O$  – опади, мм;

$E_0$  – випаровування за період квітень-липень, мм

Для визначення випаровування використовували формулу (2.2)

М. М. Іванова [255]:

$$E_0 = 0,0018 (25 + t^2) \times (100 - a), \quad (2.2)$$

де:  $E_0$  – випаровування, мм;

$t$  – середньодобова температура повітря, °С;

$a$  – середньодобова відносна вологість повітря, %

Вологозабезпеченість окремих років досліджень [255] розраховували за формулою (2.3):

$$P = (m - 0,3) : (n + 0,4) \times 100\%, \quad (2.3)$$

де:  $P$  – забезпеченість, %;

$m$  – порядковий номер члену ряду спостережень величин дефіциту випаровування, розташованих у порядку зменшення;

$n$  – загальне число членів ряду.

При вирощуванні сільськогосподарських культур короткоротаційних сівозмін формували режими зрошення за біологічно оптимальною схемою, при цьому величину поливних норм визначали за формулою (2.4) [186].

$$m = 100 \times v \times h \times (\beta_{нв} - \beta_{ф}), \quad (2.4)$$

де  $m$  – поливна норма, м<sup>3</sup>/га;

$\nu$  – щільність складення ґрунту, т/м<sup>3</sup>;

$h$  – глибина зволоженого шару ґрунту, м;

$\beta_{\text{нв}}$  – вологість ґрунту, відповідна НВ, % від маси сухого ґрунту;

$\beta_{\text{ф}}$  – фактична вологість ґрунту перед поливом, % від маси сухого ґрунту.

Сумарне водоспоживання за вегетаційний період, а також за окремі міжфазні періоди культур короткоротаційних сівозмін визначали методом водного балансу [187] за формулою (2.5):

$$E = M + O + (W_h - W_k), \quad (2.5)$$

де  $E$  – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, м<sup>3</sup>/га;

$M$  – зрошувальна норма за період, м<sup>3</sup>/га;

$O$  – опади за період, м<sup>3</sup>/га;

$W_h$  – запас води в активному шарі ґрунту на початку вегетаційного (розрахункового) періоду, м<sup>3</sup>/га;

$W_k$  – запас води в активному шарі ґрунту в кінці вегетаційного (розрахункового) періоду, м<sup>3</sup>/га

Коефіцієнт водоспоживання [255] сільськогосподарських культур сівозмін на зрошуваних землях встановлювали за формулою (2.6):

$$K_E = \frac{E}{Y}, \quad (2.6)$$

де  $K_E$  – коефіцієнт водоспоживання, м<sup>3</sup>/т;

$E$  – сумарне водоспоживання за період вегетації, м<sup>3</sup>/га;

$Y$  – урожайність зерна пшениці озимої, т/га.

Коефіцієнт продуктивності зрошення ( $CWP_E$ ) встановлювали згідно методики, запропонованої вченими ФАО ООН [501]. Він характеризує співвідношення між приростом урожайності культур короткоротаційної сівозміни від застосування штучного зволоження до різниці евапотранспірації між зрошуваними і неполивними ділянками. Коефіцієнт продуктивності зрошення встановлювали за формулою (2.7):

$$CWP_E = \frac{Y_i - Y_d}{ET_i - ET_d}, \quad (2.7)$$

де  $CWP_E$  – коефіцієнт продуктивності зрошення;

$Y_i$  – урожайність сільськогосподарських культур при зрошенні, т/га;

$Y_d$  – урожайність еквівалентних сільськогосподарських культур без зрошення, т/га;

$ET_i$  – евапотранспірація для зрошуваних культур, мм;

$ET_{id}$  – евапотранспірація для еквівалентних незрошуваних культур, мм.

Мікробіологічні дослідження ґрунту проводили за методикою Звягінцева Д. Г., 1991 [144].

Забур'яненість орного шару визначали згідно методики випробування і застосування пестицидів [252]. Кількість бур'янів підраховували на майданчиках  $1 \text{ м}^2$  по діагоналі в десяти точках на початку вегетації і під час збирання врожаю з визначенням видового складу і маси бур'янів.

Облік урожаю зернових колосових проводився шляхом обмолоту зерна з облікової площі ( $50 \text{ м}^2$ ) і приведенням його до стандартної вологості. Облік урожаю сої проводився з площі  $100 \text{ м}^2$ .

Структуру врожаю визначали зі снопових зразків, які відбирали у посівах сільськогосподарських культур у повну стиглість з кожної ділянки в чотириразовій повторності з площі  $1 \text{ м}^2$  кожна. У кукурудзи на зерно визначали масу стебел, площу і масу листя, висоту стебел, кількість і масу початків, кількість зерен у початках та їх масу. У сої – кількість бобів, кількість зерен у бобах, їх масу і співвідношення листостеблової маси та зерна [251].

Математичну обробку даних урожаю та інших важливих показників проводили методом дисперсійного, варіаційного та кореляційно-регресійного аналізу [44, 98, 103, 245, 442].

В оцінці економічної та енергетичної ефективності агротехнічних прийомів і технологій вирощування сільськогосподарських культур у сівозмінах користувалися технологічними картами, складеними на основі методичних рекомендацій та нормативних документів [136, 250, 397]. Еколого-економічну оцінку застосування добрив проводили згідно методичних рекомендацій [400].

Енергетична оцінка розроблених елементів технології вирощування

сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні на зрошуваних землях проведена згідно методик [248, 377]. Встановлювали енергетичний баланс між надходженням енергії з урожаєм досліджуваних культур та усіма видами витрат з перерахунком їх у гігаджоулі (ГДж). Також визначали коефіцієнти енергетичної ефективності та енергоємність одержаної продукції.

## **Висновки до розділу 2**

1. Ґрунтово-кліматичні умови Південного Степу України й дослідного поля Інституту зрошуваного землеробства НААН повною мірою придатні для отримання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур за умов розробки й удосконалення елементів технології вирощування, застосування зрошення, оптимізації структури посівних площ і сівозмін, нормування системи удобрення, впровадження науково обґрунтованої системи інтегрованого захисту рослин.

2. Озимі культури, розвиваючись з осені, раціональніше використовують зимові запаси вологи, ніж ранні ярі зернові. Ще менш продуктивно засвоюють зимові запаси вологи кукурудза, соя, строки сівби яких, за умов забезпечення теплом, настають пізніше. За тривалий час до сівби цих культур волога на полях витрачається непродуктивно. Її можна зберегти лише за умов раціональних ґрунтозахисних, водозберігаючих агрозаходів під окремо взяту сільськогосподарську культуру сівозміни.

3. Виходячи з багаторічних даних агрометеорологічних спостережень різних природно-кліматичних зон південного регіону про ймовірність запасів вологи у шарі 0-100 см під цими культурами в період їх максимального водоспоживання, можна зробити висновок, що фактичні запаси продуктивної вологи в цьому шарі ґрунту більшості років істотно менші від тієї кількості, яка потрібна для нормального їх розвитку та реалізації потенційних можливостей сортів, гібридів і наявного термічного потенціалу. Тому повну віддачу ці культури забезпечують у південному регіоні тільки на меліорованих землях за дотримання науково-обґрунтованих систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах відповідно до еколого-технологічного групування земель.

### РОЗДІЛ 3

## АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ДИНАМІКА ВОДНОГО РЕЖИМУ ТЕМНО-КАШТАНОВИХ ҐРУНТІВ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЙОГО ОБРОБІТКУ

Найсприятливіші умови для фізико-хімічних, біологічних процесів створюються за оптимальної будови оброблюваного шару ґрунту. Багатьма меліоративними дослідженнями встановлено, що найсприятливіші умови для фізико-хімічних, біологічних процесів створюються за оптимальної будови оброблюваного шару ґрунту, тому необхідно обґрунтувати такі параметри розпушеності або щільності складення ґрунту, які були б найсприятливішими для росту й розвитку сільськогосподарських культур в умовах зрошення. Встановлено, що для ґрунтів, у яких рівноважна щільність не перевищує оптимальні параметри для даної культури, потреба у щорічних глибоких обробітках відпадає [88, 89, 147, 182, 274].

### 3.1 Щільність складення ґрунту дослідних ділянок

Відомо, що одним із найважливіших показників родючості і окультуреності ґрунту є його щільність складення. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна величина щільності складення становить 1,1-1,3 г/см<sup>3</sup>. У сівозмінах на зрошуваних землях одними з основних ярих культур є кукурудза та соя. Ці рослини для інтенсивного розвитку вимагають розпушеного, збагаченого поживними речовинами і вологою орного і кореневмісного шару. Дослідженнями Павліченка А.А. та ін. [314] доведено, що оптимальна щільність складення орного шару ґрунту для сої складає 1,1-1,2 г/см<sup>3</sup>. Зростання даного показника більше 1,27 г/см<sup>3</sup> в період сходів культури негативно позначається на подальшому рості і розвитку рослин. Оптимальна щільність складення орного шару для кукурудзи становить 1,1-



1,3 г/см<sup>3</sup>, найбільш повно цим умовам відповідають способи основного обробітку ґрунту з обертанням скиби, завдяки яким післяжнивні рештки, органічні та малорухомі фосфорні добрива зароблялися на глибину від 20-22 до 28-30 см, тобто в зону стабільного зволоження і максимального розповсюдження кореневої системи.

У прямій залежності від щільності складення знаходяться водно-повітряний режим ґрунту, його поглинаючий комплекс та агрегатний стан, що має велике значення для росту й розвитку сільськогосподарських культур, особливо за умов використання зрошення. Підтримувати щільність складення орного шару ґрунту на рівні, що відповідає біологічним вимогам сільськогосподарських рослин можна, головним чином, за рахунок застосування відповідних способів і глибини обробітку ґрунту [119, 185, 280].

Роки проведення досліджень (2007-2010 рр.) характеризувались різними погодними умовами, що позначилося на підготовці ґрунту до сівби сільськогосподарських культур, а також мало певний вплив на основні елементи його родючості. Так, спостереженнями за зміною щільності складення шару ґрунту 0-40 см під впливом обробітку знаряддями з робочими органами різної конструкції впродовж вегетації досліджуваних культур визначено, що як в окремі роки, так і в середньому за роки проведення досліджень, показник щільності складення знаходився у межах, які є оптимальними для росту й розвитку рослин і склав, відповідно 1,23 - 1,28 г/см<sup>3</sup>.

Проведення обробітку на глибину від 8-10 до 20-22 см в системі безполицевого та диференційованого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіанти 2, 3, 4, 5) неістотно підвищувало досліджуваний показник ( $НІР_{05} - 0,05$  г/см<sup>3</sup>).

На початку вегетації щільність складення у верхньому шарі ґрунту 0-10 см була мінімальною – у межах 1,18-1,19 г/см<sup>3</sup> за використання полицевої, безполицевої різноглибинної систем основного обробітку ґрунту. Також визначено підвищення досліджуваного показника до 1,30-1,31 г/см<sup>3</sup> у шарі ґрунту 20-40 см за безполицевого одноглибинного мілкового обробітку (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Щільність складення темно-каштанового ґрунту в шарі 0-40 см за різних систем основного обробітку в сівозміні-1 за умов зрошення, г/см<sup>3</sup> (середнє за 2007-2010 рр.)**

з/п	Система основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см				
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
На початку вегетації						
1	Полицева різноглибинна	1,18	1,23	1,25	1,26	1,23
2	Безполицева різноглибинна	1,19	1,26	1,28	1,27	1,25
3	Безполицева одноглибинна	1,21	1,28	1,31	1,30	1,27
4	Диференційована-1	1,20	1,26	1,27	1,28	1,25
5	Диференційована-2	1,20	1,26	1,27	1,28	1,25
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,05						
Перед збиранням урожаю						
1	Полицева різноглибинна	1,21	1,25	1,28	1,28	1,26
2	Безполицева різноглибинна	1,21	1,27	1,31	1,29	1,27
3	Безполицева одноглибинна	1,22	1,30	1,31	1,31	1,28
4	Диференційована-1	1,21	1,27	1,29	1,28	1,26
5	Диференційована-2	1,23	1,29	1,29	1,29	1,27
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,07						

Перед збиранням урожаю щільність складення у шарі ґрунту 0-10 см збільшилася на 2,5%, а в глибших горизонтах на 0,8-1,6%, порівняно з початковим періодом вегетації.

В окремі роки проведення досліджень відзначено відмінності динаміки формування щільності складення, особливо за умов 2008 р. (додаток В.1). Так, у цьому році у шарі ґрунту 0-10 см досліджуваний показник мав мінімальні значення за полицевого та безполицевого різноглибинного обробітку – 1,00-1,01 г/см<sup>3</sup>. При цьому в шарах ґрунту від 30 до 40 см у цих варіантах визначено

зростання щільності складення до 1,13-1,14 г/см<sup>3</sup> або на 10,6-12,3%. Подібна закономірність встановлена і перед збиранням урожаю зерна пшениці озимої (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Щільність складення шару темно-каштанового ґрунту 0-40 см за різних систем основного обробітку під пшеницю озиму в сівозміні-1 за умов зрошення, г/см<sup>3</sup> (середнє за 2007-2010 рр.)**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Глибина обробітку ґрунту, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
<b>На початку весняної вегетації</b>							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,15	1,19	1,23	1,24	1,20
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,16	1,24	1,26	1,25	1,23
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,20	1,25	1,27	1,26	1,24
4	Диференційована-1	12-14 (д)	1,17	1,23	1,23	1,24	1,22
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,19	1,26	1,25	1,25	1,24
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>1,8</b>	<b>2,2</b>	<b>1,4</b>	<b>0,7</b>	<b>1,6</b>
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,05							
<b>Перед збиранням урожаю</b>							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,19	1,23	1,27	1,28	1,24
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,19	1,27	1,32	1,31	1,27
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,20	1,29	1,32	1,29	1,27
4	Диференційована-1	12-14 (д)	1,19	1,25	1,29	1,27	1,25
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,21	1,27	1,31	1,29	1,27
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>0,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,07							

На відміну від 2008 р., у 2009 та 2010 роках показники щільності складення характеризувалися сталістю та слабким коливанням за горизонтами 0-10, 10-20, 20-30 та 30-40 см. В середньому в шарі ґрунту 0-40 см найбільший рівень щільності складення 1,32-1,34 г/см<sup>3</sup> визначено наприкінці вегетаційного періоду у 2010 р., що перевищує показник 2008 та 2009 рр. на 2,3-15,0%.

За результатами експериментальних досліджень за ротацію сівозміни-2 (2011-2015 рр.) встановлено, що в період сходів культур сівозміни (кукурудза на зерно, соя, ячмінь озимий, соя) у варіантах безполицевого основного обробітку щільність складення шару ґрунту 0-40 см становила 1,34-1,36 г/см<sup>3</sup>, а у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованих систем – 1,33-1,34 г/см<sup>3</sup> (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Щільність складення темно-каштанового ґрунту в шарі 0-40 см на початку вегетації досліджуваних культур за різних систем основного обробітку в сівозміні-2, г/см<sup>3</sup> (середнє за 2011-2015 рр.)**

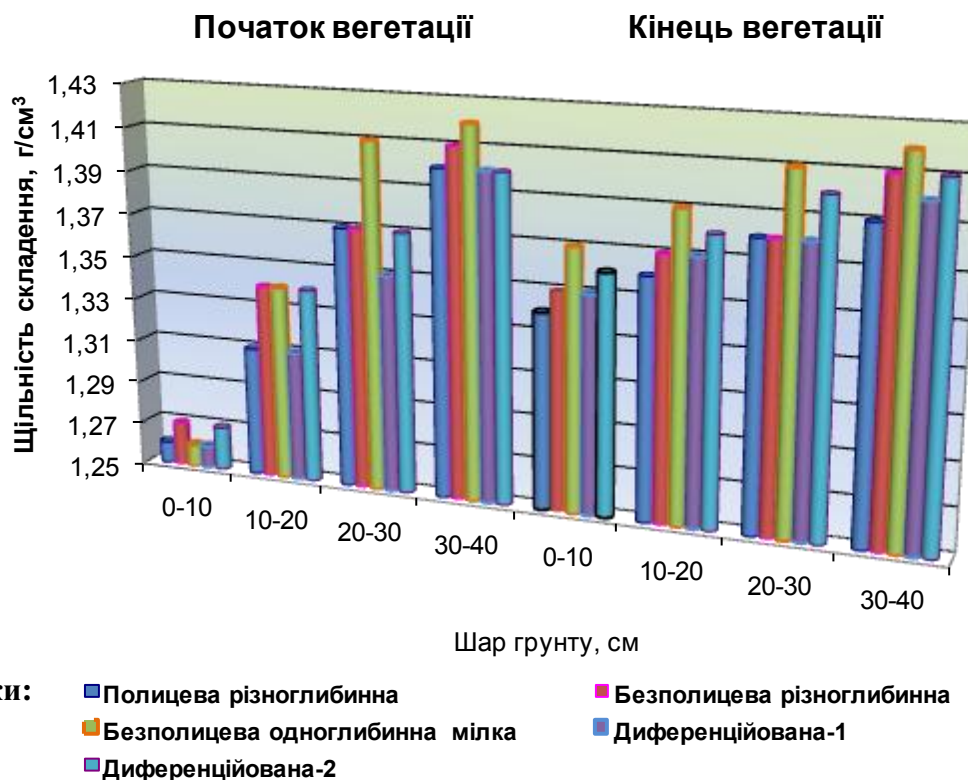
№ п/п	Система основного обробітку ґрунту	Сільськогосподарські культури				В середньому по сівозміні
		кукурудза на зерно	соя	ячмінь озимий пшениця озима	соя	
1	Полицева різноглибинна	1,35	1,32	1,33	1,33	1,33
2	Безполицева різноглибинна	1,35	1,34	1,34	1,35	1,34
3	Безполицева одноглибинна мілка	1,36	1,36	1,35	1,36	1,36
4	Диференційована-1	1,34	1,33	1,33	1,34	1,33
5	Диференційована-2	1,34	1,34	1,35	1,35	1,34
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup>		0,07	0,05	0,08	0,06	0,06
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>0,62</b>	<b>1,11</b>	<b>0,75</b>	<b>0,85</b>	<b>0,91</b>

**Примітка:** чисельник – 2011-2012 рр., знаменник – 2013-2015 рр.

Такий рівень щільності складення забезпечував сприятливі умови для росту й розвитку ячменю озимого, проте був вищим на 4,6-7,1%, порівняно з біологічно обґрунтованим для кукурудзи та сої.

Важливе значення у початковий період росту рослин має динаміка змін щільності складення із заглибленням від 0-10 см до 30-40 см. Найбільш розпушеним шар ґрунту 0-20 см виявився у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку

грунту в сівозміні, а застосування безполицевого обробітку, як глибокого, так і мілкого, призводило до ущільнення із заглибленням від 0-10 до 10-20 см на 4,0-8,8%, порівняно з контролем (рис. 3.1).



**Рис. 3.1 Динаміка щільності складення шару ґрунту 0-40 см на початку та в кінці вегетації сільськогосподарських культур сівозміни-2 залежно від досліджуваних систем основного обробітку ґрунту, г/см<sup>3</sup> (середнє за 2011-2015 рр.)**

Опади осінньо-зимового періоду та вегетаційні поливи значно ущільнили ґрунт. Водночас збереглась закономірність, відзначена в початковий період вегетації – за безполицевих способів показники щільності складення були вищими за біологічно обґрунтовані для кукурудзи і сої на 6,9-7,7%. У цей період більш суттєво виражене ущільнення нижчих шарів ґрунту (20-30, 30-40 см), порівняно з шаром 0-10 та 10-20 см, як за варіантами дослідження, так і за культурами сівозміни.

Максимальні показники щільності складення в шарі ґрунту 30-40 см, в середньому по сівозміні, відповідали варіанту тривалого застосування мілкого

обробітку на глибину 12-14 см в системі одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту і становили 1,40-1,42 г/см<sup>3</sup>. Проте істотної різниці в значеннях досліджуваного показника в шарі ґрунту 0-40 см між варіантами досліді не встановлено. (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Щільність складення темно-каштанового ґрунту в шарі ґрунту 0-40 см у кінці вегетації сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку в сівозміні-2 на зрошенні, г/см<sup>3</sup> (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ п/п	Система основного обробітку ґрунту	Сільськогосподарські культури				В середньо-му по сівозміні
		кукурудза на зерно	соя	ячмінь <u>ОЗИМИЙ</u> пшениця озима	соя	
1	Полицева різноглибинна	1,36	1,36	1,38	1,36	1,36
2	Безполицева різноглибинна	1,37	1,39	1,39	1,36	1,38
3	Безполицева одноглибинна мілка	1,39	1,40	1,42	1,38	1,40
4	Диференційована-1	1,36	1,38	1,39	1,38	1,38
5	Диференційована-2	1,36	1,39	1,41	1,39	1,39
НІР <sub>05, г/см<sup>3</sup></sub>		0,06	0,06	0,09	0,07	0,08
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>0,95</b>	<b>1,10</b>	<b>1,18</b>	<b>0,98</b>	<b>1,07</b>

**Примітка:** чисельник – 2011-2012 рр., знаменник – 2013-2015 рр.

Таким чином, у зв'язку з тим, що оптимальна щільність складення для зернових колосових (озимих та ярих) коливається в межах 1,10 – 1,40 г/см<sup>3</sup>, для них доцільно замінити оранку та глибоке безполицеве розпушування на безполицевий мілкий і поверхневий основний обробіток.

На темно-каштанових середньосуглинкових та важкосуглинкових ґрунтах, щільність складення яких в рівноважному стані складає 1,45 – 1,48 г/см<sup>3</sup>, під кукурудзу та сою, оптимальні показники щільності складення ґрунту для яких становлять 1,10 – 1,30 г/см<sup>3</sup>, застосування обробітку ґрунту без обертання скиби доцільно уникати.

### 3.2 Загальна пористість ґрунту

В прямій залежності від щільності складення орного шару ґрунту знаходиться його пористість. Оптимальні параметри загальної пористості темно-каштанового ґрунту для більшості сільськогосподарських культур знаходяться в межах 50-54% від загального об'єму, що відповідає щільності складення 1,20-1,30 г/см<sup>3</sup> [338, 361, 434]. На початку відновлення вегетації пшениці озимої у середньому за 2007-2010 рр. пористість становила 51,0-52,6%. (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Пористість темно-каштанового ґрунту в шарі 0-40 см за різних систем його основного обробітку під пшеницю озиму в сівозміні-1 на зрошенні, % (середнє за 2007-2010 рр.)**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Глибина обробітку ґрунту, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
На початку весняної вегетації							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	56,1	54,3	52,9	52,5	53,9
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	55,7	52,4	51,7	52,2	53,0
3	Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	53,9	52,3	51,5	51,8	52,4
4	Диференційована-1	12-14 (д)	55,2	52,7	52,9	52,3	53,2
5	Диференційована-2	8-10 (п)	54,4	51,7	52,2	52,2	52,7
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>1,7</b>	<b>1,9</b>	<b>1,3</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>
НІР <sub>05</sub> , % – 2,3							
Перед збиранням врожаю							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	54,3	53,0	51,5	50,8	52,4
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	54,4	51,4	49,4	49,8	51,3
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 д)	54,0	50,6	49,4	50,4	51,2
4	Диференційована-1	12-14 (д)	54,3	52,2	50,4	51,3	52,1
5	Диференційована-2	8-10 (п)	53,5	51,2	49,9	50,6	51,3
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>0,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>
НІР <sub>05</sub> , % – 2,7							

У кінці вегетації ґрунт ущільнився, а пористість при цьому зменшилась, відповідно в шарі ґрунту 0-10 см – на 1,7%; 10-20 см – 1,9% ; 20-30 см – 4,0%; 30-40 см – 3,1%, а в цілому в шарі 0-40 см – на 2,6%. Істотної різниці між

варіантами основного обробітку ґрунту при визначенні пористості за періодами вегетації, як в окремі роки проведення досліджень, так і в середньому за 2007-2010 рр., не виявлено (додаток В.2).

При визначенні пористості на початку вегетації культур сівозміни-2, в середньому за 2011-2015 рр., визначено її коливання в межах 48,0-48,9%.

Результати досліджень свідчать, що варіанти обробітку ґрунту за рівнем показників пористості шару ґрунту 0-40 см, суттєво не відрізнялися між собою (табл. 3.6).

Максимальні значення досліджуваного показника – 48,8 і 48,9% – відповідали варіантам оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см в системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4), а тривале застосування мілкої обробітку ґрунту на 12-14 см в системі одноглибинного безполицевого обробітку в сівозміні (варіант 3) знижувало пористість на 1,6 %.

Таблиця 3.6

**Пористість темно-каштанового ґрунту в шарі 0-40 см на початку вегетації досліджуваних культур за різних систем його основного обробітку в сівозміні-2 на зрошенні, % (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Сільськогосподарські культури				В середньому по сівозміні
		кукурудза на зерно	соя	ячмінь озимий пшениця озима	соя	
1	Полицева різноглибинна	48,4	49,4	48,7	48,9	48,8
2	Безполицева різноглибинна	48,2	48,6	48,4	48,3	48,4
3	Безполицева одноглибинна мілка	47,8	48,0	48,4	47,8	48,0
4	Диференційована-1	49,6	49,2	49,3	48,6	48,9
5	Диференційована-2	48,6	48,7	48,4	48,2	48,5
HP <sub>05</sub> , %		3,4	3,0	2,9	3,0	3,1
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>1,39</b>	<b>1,13</b>	<b>0,80</b>	<b>0,86</b>	<b>0,73</b>

**Примітка:** чисельник – 2011 - 2012 рр., знаменник – 2013 – 2015 рр.

До збирання врожаю ґрунт ущільнився, а пористість при цьому зменшилась до 46,0 - 47,4% або на 2,9-4,2% (табл. 3.7).



Таблиця 3.7

**Пористість темно-каштанового ґрунту в шарі 0-40 см у кінці вегетації культур за різних систем основного обробітку в сівозміні-2 на зрошенні, % (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ п/п	Система основного обробітку ґрунту	Сільськогосподарські культури				В середньо-му по сівозміні
		кукурудза на зерно	соя	<u>ячмінь</u> <u>озимий</u> пшениця озима	соя	
1.	Полицева різноглибинна	47,9	46,7	47,3	47,9	47,4
2.	Безполицева різноглибинна	47,5	45,2	46,6	47,9	46,8
3.	Безполицева одноглибинна мілка	46,7	44,4	45,8	47,1	46,0
4.	Диференційована-1	47,9	46,0	46,7	47,1	46,9
5.	Диференційована-2	47,9	45,6	46,1	46,7	46,6
НІР <sub>05</sub> , %		2,8	3,3	2,7	2,9	3,0
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>1,10</b>	<b>1,89</b>	<b>1,24</b>	<b>1,13</b>	<b>1,34</b>

**Примітка:** чисельник – 2011 - 2012 рр., знаменник – 2013 – 2015 рр.

Істотної різниці між варіантами основного обробітку ґрунту перед збиранням урожаю також не виявлено. Показники пористості ґрунту навіть за тривалого застосування одноглибинного мілкового безполицевого розпушування (варіант 3) були в оптимальних межах для озимих зернових і не відповідали біологічним вимогам до них таких культур, як соя та кукурудза.

### 3.3 Швидкість вбирання вологи і фільтрації ґрунту

Однією з найбільш важливих водно-фізичних властивостей ґрунту, пов'язаних із щільністю складення та пористістю, є здатність ґрунту вбирати та фільтрувати через себе воду, яка надходить з вегетаційними поливами і атмосферними опадами. Крім того, показники щільності складення сприяють

створенню умов для вбирання і фільтрації води, що забезпечує накопичення вологи в осінньо-зимовий період та раціональне її використання протягом усієї вегетації. Тому дуже важливо досліджувати такі водно-фізичні параметри ґрунту як водопроникність, яка в свою чергу пов'язана з водоспоживанням та іншими складовими елементами водного балансу [390].

У сівозміні-1 на початку весняної вегетації пшениці озимої у 2008 р. відзначено суттєве зниження водопроникності на 1,1-1,8 мм/хв. ( $НІР_{05}$  – 0,5 мм/хв.) або на 27,1-45,4% у варіантах безполицевих та диференційованої систем основного обробітку ґрунту в сівозміні. Підвищення щільності складення наприкінці вегетації культури зменшувало показник водопроникності, у варіантах без обертання скиби – варіанти 2, 3, 4, 5 (додаток В.3).

За умов 2009 р. перед збиранням урожаю досліджуваний показник також зменшився у варіантах дискового обробітку ґрунту на 12-14 см та поверхневого розпушування на 8-10 см в системах безполицевого мілкого одноглибинного та диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні (варіанти 3, 5). У 2010 р. мінімальна водопроникність ґрунту визначена у варіанті дискового обробітку ґрунту на 12 - 14 см в системі безполицевого мілкого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3).

Результатами досліджень 2007-2010 рр. встановлено, що проведення мілкого обробітку ґрунту на глибину 12-14 см у системі безполицевого одноглибинного мілкого обробітку ґрунту в сівозміні-1, порівняно з оранкою на 20-22 см, знижувало водопроникність на початку вегетації в середньому на 22,5%. За безполицевої різноглибинної та диференційованої-2 систем основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіанти 2, 5) відбулося зменшення водопроникності на 12,5% (табл. 3.8).

Підвищення щільності складення наприкінці вегетаційного періоду культури призвело до зниження показника водопроникності, найменші значення якого – 2,6 мм/хв., встановлено у варіанті дискового обробітку ґрунту на 12-14 см в системі безполицевого мілкого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3).

Таблиця 3.8

**Водопроникність темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку під пшеницю озиму, мм/хв. (середнє за 2007-2010 рр.)**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Строк визначення	
			відновлення весняної вегетації	перед збиранням врожаю
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	4,0	3,5
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	3,5	3,0
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	3,1	2,6
4	Диференційована-1	12-14 (д)	4,0	3,2
5	Диференційована-2	8-10 (п)	3,5	2,8
НІР <sub>05</sub> , мм/хв.			0,2	0,5
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>10,6</b>	<b>11,2</b>

Таким чином, заміна оранки на глибину 20-22 см під пшеницю озиму на чизельний, дисковий і поверхневий безполицевий обробіток призводить ущільнення окремих шарів орного горизонту, зниження його пористості та водопроникності. Водночас параметри цих показників не виходять за межі, які є оптимальними для пшениці озимої.

Більш високі показники щільності складення ґрунту, а відповідно нижча його пористість протягом 2011-2015 рр. за безполицевих способів обробітку, особливо за тривалого застосування мілкового розпушування в сівозміні (варіант 3), призвели зниження водопроникності на початку вегетації сільськогосподарських культур на 6,9-17,2%, а перед збиранням урожаю на 20,7-26,3%. Максимальні значення досліджуваного показника відповідали варіанту різноглибинної оранки (варіант 1) та диференційованої-1 систем основного обробітку (варіант 4) (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Водопроникність ґрунту за різних систем його основного обробітку на початку вегетації культур сівозміни-2 за умов зрошення, мм/хв. (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ п/п	Система основного обробітку ґрунту	Сільськогосподарська культура				В середньому по сівозміні
		кукурудза на зерно	соя	ячмінь озимий пшениця озима	соя	
1	Полицева різноглибинна	3,5	3,3	2,5	2,3	2,9
2	Безполицева різноглибинна	3,3	3,1	2,5	2,1	2,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	3,0	2,6	2,2	2,0	2,4
4	Диференційована-1	3,4	3,3	2,6	2,6	3,0
5	Диференційована-2	3,4	3,0	2,6	2,4	2,8
НІР <sub>05</sub> , мм/хв.		0,2	0,4	0,2	0,2	0,34
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>5,79</b>	<b>9,41</b>	<b>6,63</b>	<b>10,47</b>	<b>8,34</b>

*Примітка:* чисельник – 2011 - 2012 рр., знаменник – 2013 – 2015 рр.

Підводячи підсумки, можна зробити висновок, що під впливом різних способів і глибини основного обробітку темно-каштанового середньосуглинкового ґрунту, режимів зрошення та удобрення формуються агрофізичні властивості (щільність складення, пористість, водопроникність), які є оптимальними для зернових колосових і частково задовольняють вимогам до них кукурудзи та сої.

### **3.4 Режим зрошення, сумарне водоспоживання досліджуваними культурами в сівозмінах та ефективність використання ними вологи**

Відомо, що фактором першого мінімуму в умовах Південного Степу України є вологозабезпеченість рослин. Використання відповідної системи основного обробітку ґрунту, режимів зрошення та удобрення сприяє вирішенню цієї проблеми [342, 438, 445].

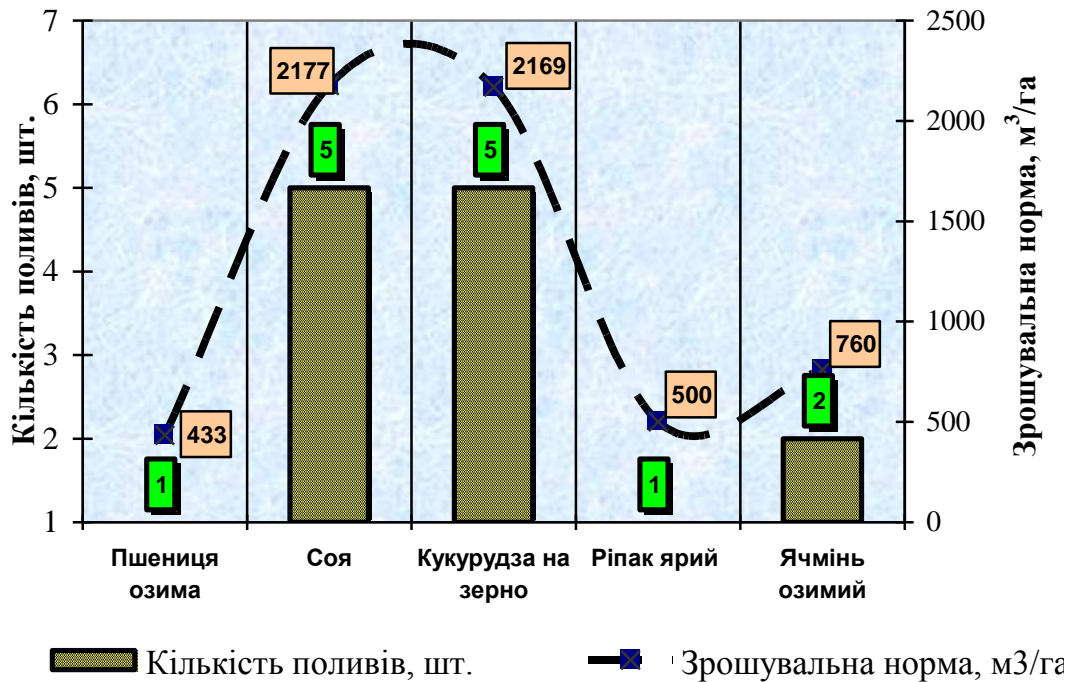
При вирощуванні сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах застосовували біологічно оптимальні режими зрошення, які базуються на методологічних підходах оптимального забезпечення потреб рослин у волозі впродовж усього вегетаційного періоду на рівні 75-80% НВ. Необхідно відзначити, що основні елементи режимів зрошення – кількість поливів та зрошувальні норми, істотно залежали від біологічних особливостей культур сівозмін, значно змінювалися в окремі роки досліджень залежно від погодних умов вегетаційного періоду, зокрема дефіциту природного вологозабезпечення. Так, у середньовологі та середні роки, наприклад 2008 і 2010, кількість поливів зменшилася до 1-3, а зрошувальна норма складала 400-1200 м<sup>3</sup>/га. Навпаки, у середньосухі та сухі роки – зокрема 2012 внаслідок гострого дефіциту опадів, високих температур та низької вологості повітря, виникла потреба у збільшенні кількості поливів при вирощуванні сої та кукурудзи до 7-8, а зрошувальної норми – до 2700-3500 м<sup>3</sup>/га.

Узагальнення основних показників біологічно оптимальних режимів зрошення за дві ротації сівозміни (2007-2015 рр.) дозволило виявити значні коливання у кількості поливів та зрошувальних норм окремих культур, що пов'язано як з відмінностями типів розвитку (озимі та ярі), так і біологічними параметрами – тривалість вегетаційного періоду, висота рослин і площа листкової поверхні, глибина проникнення кореневої системи.

Найменшою кількістю поливів та зрошувальними нормами вирізнялися пшениця озима та ріпак ярий. При вирощуванні ячменю виникла потреба у проведенні двох поливів з середньою зрошувальною нормою 760 м<sup>3</sup>/га. (рис. 3.2).

Максимальною інтенсивністю штучного зволоження з проведенням п'яти поливів зі зрошувальними нормами 2169-2177 м<sup>3</sup>/га виявилася при вирощуванні в короткоротаційних сівозмінах сої та кукурудзи на зерно. Отже, отримані дані доцільно використовувати для планування та оперативного коригування біологічно оптимальних режимів зрошення як для конкретних культур з

урахуванням їх біологічних потреб у волозі, так і на рівні короткоротаційних сівозмін в цілому.



**Рис. 3.2 Середньорічна кількість поливів та зрошувальні норми досліджуваних культур короткоротаційних сівозмін**

У польових дослідах, проведених у сівозміні-1, встановлено, що вологість шару ґрунту 0-100 см на період відновлення весняної вегетації пшениці озимої була на рівні 90-95% НВ, а перед збиранням урожаю істотно зменшилася до 50-60% НВ, що пов'язано з процесами випаровування та поглинання вологи рослинами.

Сприятливі умови вологозабезпечення навесні 2008 року не дали можливості встановити впливу жодного з варіантів дослідження на показник вологості ґрунту. Сумарне водоспоживання рослин пшениці озимої коливалось в межах 3000-3200 м³/га. Більш раціональне використання вологи спостерігали у варіанті поверхневого обробітку ґрунту на глибину 8-10 см в системі диференційованого основного обробітку ґрунту у сівозміні (варіант 5) – коефіцієнт водоспоживання становив 470 м³/т, а також у варіанті дискового обробітку на 12-14 см на фоні мілкої одноглибинної безполицевої системи

основного обробітку ґрунту в сівозміні – цей показник підвищився до 490 м<sup>3</sup>/т (додаток В.5).

У 2009 р. вологість шару ґрунту 0-100 см на період відновлення весняної вегетації пшениці озимої була на рівні 80% НВ, а перед збиранням урожаю – 60%. Сумарне водоспоживання досліджуваної культури неістотно коливалось у межах 2630-2770 м<sup>3</sup>/га. Більш раціональне використання вологи спостерігали у другому, третьому та п'ятому варіантах, коли коефіцієнт водоспоживання склав 560 м<sup>3</sup>/т, що на 3,4-9,7% менше за інші варіанти систем основного обробітку ґрунту (варіанти 1 і 4).

У 2010 р., який характеризувався підвищеним рівнем природного вологозабезпечення, вологість шару ґрунту 0-100 см на початку відновлення весняної вегетації збільшилася до 95% НВ, а перед збиранням урожаю також була на високому рівні – 75% НВ.

Сумарне водоспоживання рослинами пшениці озимої склало 2500-2800 м<sup>3</sup>/га. Найбільш ефективно використання вологи на формування одиниці врожаю пшениці озимої було у варіантах обробітку ґрунту без обертання скиби в системі диференційованого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіанти 4 та 5), яке дорівнювало 478 і 493 м<sup>3</sup>/т, відповідно.

За роки проведення досліджень (2007-2010 рр.) також визначено несуттєві коливання сумарного водоспоживання в діапазоні 2787-2800 м<sup>3</sup>/га за середніх показників суми опадів на рівні 1666 м<sup>3</sup>/га та зрошувальної норми 433 м<sup>3</sup>/га (табл. 3.10).

Коефіцієнт водоспоживання характеризував закономірності, які проявилися за окремими варіантами досліджуваних систем основного обробітку ґрунту в окремі роки. В середньому за 2007-2010 рр. найменші значення цього показника – 508 м<sup>3</sup>/т, визначено у п'ятому варіанті з поверхневим обробітком на глибину 8-10 см в системі диференційованого-2 основного обробітку ґрунту у сівозміні (варіант 5).

Таблиця 3.10

**Сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання пшениці озимої  
за різних систем його основного обробітку ґрунту в сівозміні-1 на зрошенні  
(середнє за 2007-2010 рр.)**

№ п/п	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Запаси вологи, м <sup>3</sup> /га		Сума опадів, м <sup>3</sup> /га	Зрошу вальна норма, м <sup>3</sup> /га	Сумарне водоспо- живання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водо- споживання, м <sup>3</sup> /т
			початок вегетації	кінець вегетації				
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	2578	1893	1666	433	2787	562
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	2590	1879	1666	433	2809	538
3.	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	2566	1799	1666	433	2865	520
4.	Диференційована-1	12-14 (д)	2569	1783	1666	433	2884	526
5.	Диференційована-2	8-10 (п)	2595	1830	1666	433	2865	508
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>0,5</b>	<b>2,6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>3,9</b>

В інших варіантах коефіцієнт водоспоживання підвищився на 2,2-9,6%, а найгірше волога використовувалася у першому варіанті з полицевим обробітком ґрунту, де відзначено зростання досліджуваного показника до 562 м<sup>3</sup>/т.

Варіаційним аналізом визначено дуже низьку ступінь мінливості досліджуваних показників водного режиму ґрунту, зокрема вологозапасів на початку вегетації ( $V = 0,5\%$ ) та сумарного водоспоживання ( $V = 1,5\%$ ).

У сівозміні-2 протягом 2011-2015 рр. вологість шару ґрунту 0-100 см також підтримували на рівні 75-80% НВ вегетаційними поливами.

За гідротермічних умов 2011 року такий рівень вологи забезпечили у посівах кукурудзи два вегетаційні поливи з нормою 500 м<sup>3</sup>/га. Зрошувальна норма у посівах сої склала також 1000 м<sup>3</sup>/га.

Кількість ґрунтової вологи, використаної сільськогосподарськими культурами за період вегетації на транспірацію та випаровування ґрунтом, характеризує показник сумарного водоспоживання (табл. 3.11).

Сумарне водоспоживання у середньому по сівозміні за результатами досліджень 2011-2015 рр. коливалося в межах 2890-3070 м<sup>3</sup>/га, тобто з



несуттєвою різницею за варіантами досліджуваних систем обробітку ґрунту в межах 0,8-3,2%.

Таблиця 3.11

**Сумарне водоспоживання посівами сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку ґрунту у сівозміні-2 в умовах зрошення (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га				В середньому по сівозміні, м <sup>3</sup> /га
		кукурудза на зерно	соя	ячмінь озимий	соя	
1.	Полицева різноглибинна	3510	3230	2000	3160	2975
2.	Безполицева різноглибинна	3170	3260	2290	3280	3000
3.	Безполицева одноглибинна мілка	3250	3310	2340	3390	3070
4.	Диференційована-1	3200	3250	2040	3180	2920
5.	Диференційована-2	2960	3230	2180	3200	2890
Середнє		3218	3256	2170	3242	2971
<i>Коефіцієнт варіації, %</i>		<i>6,13</i>	<i>1,01</i>	<i>6,88</i>	<i>2,91</i>	<i>2,37</i>

У розрізі культур сівозміни цей показник перевищував 3000 м<sup>3</sup>/га у кукурудзи на зерно та сої, а у ячменю озимого – зменшився до 2170 м<sup>3</sup>/га або на 32,6-33,4%. Коефіцієнт варіації сумарного водоспоживання культур сівозміни мав низькі значення, з незначним їх підвищенням до 6,1-6,9% у варіантах з кукурудзою та ячменем.

Наскільки продуктивно рослини витрачають вологу на формування одиниці врожаю характеризує коефіцієнт водоспоживання. Найбільш ефективним використанням вологи на формування одиниці врожаю з мінімальними значеннями коефіцієнту водоспоживання як зерновими, так і просапними культурами, визначали у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої-1 системи (варіант 4).

За оранки у системі диференційованого основного обробітку на формування однієї тонни зерна кукурудза витратила 440-480 м<sup>3</sup> води, в той час як за дискового розпушування у системі безполицевого одноглибинного обробітку витрати вологи зростали до 740 м<sup>3</sup>. Таку ж закономірність у зростанні сумарного водоспоживання визначили і для посівів сої та ячменю озимого (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

**Коефіцієнт водоспоживання сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку в сівозміні-2 на зрошенні, м<sup>3</sup>/т (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Коефіцієнт водоспоживання				В середньому по сівозміні
		кукурудза на зерно	соя	ячмінь озимий	соя	
1	Полицева різноглибинна	530	1110	590	1130	840
2	Безполицева різноглибинна	560	1420	670	1380	1000
3	Безполицева одноглибинна мілка	740	1740	670	1820	1240
4	Диференційована-1	480	1160	580	1050	820
5	Диференційована-2	440	1200	600	1180	850
Середнє		550	1326	622	1312	950
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>21,1</b>	<b>19,6</b>	<b>7,14</b>	<b>23,6</b>	<b>18,7</b>

За вирощування в короткоротаційній сівозміні сої визначено зростання досліджуваного показника до 1740-1820 м<sup>3</sup>/т при застосуванні безполицевого одноглибинного мілкового обробітку, а в інших варіантах обробітку ґрунту в посівах цієї культури він зменшився на 18,4-42,3%.

В середньому по варіантах обробітку ґрунту коефіцієнт водоспоживання сої становив – 1312;1326 м<sup>3</sup>/т, у ячменю – зменшився до 622 або на 52,8%, а у кукурудзи на зерно – до 550 м<sup>3</sup>/т або на 58,3%.

Варіювання досліджуваного показника було мінімальним – 7,1% у варіанті з ячменем озимим, а найвищим – з кукурудзою (21,1%) та соєю (19,6-23,6%).

Підводячи підсумки, можна зробити висновок, що підвищення щільності складення, зменшення пористості та водопроникності у варіантах обробітку ґрунту без обертання скиби спричинило погіршення вологозабезпеченості рослин і призвело збільшення витрат вологи на формування одиниці врожаю кукурудзи та сої.

Визначено, що ефективність застосування зрошення суттєво відрізнялася при вирощуванні різних сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни, а також залежно від систем основного обробітку ґрунту (рис. 3.3).

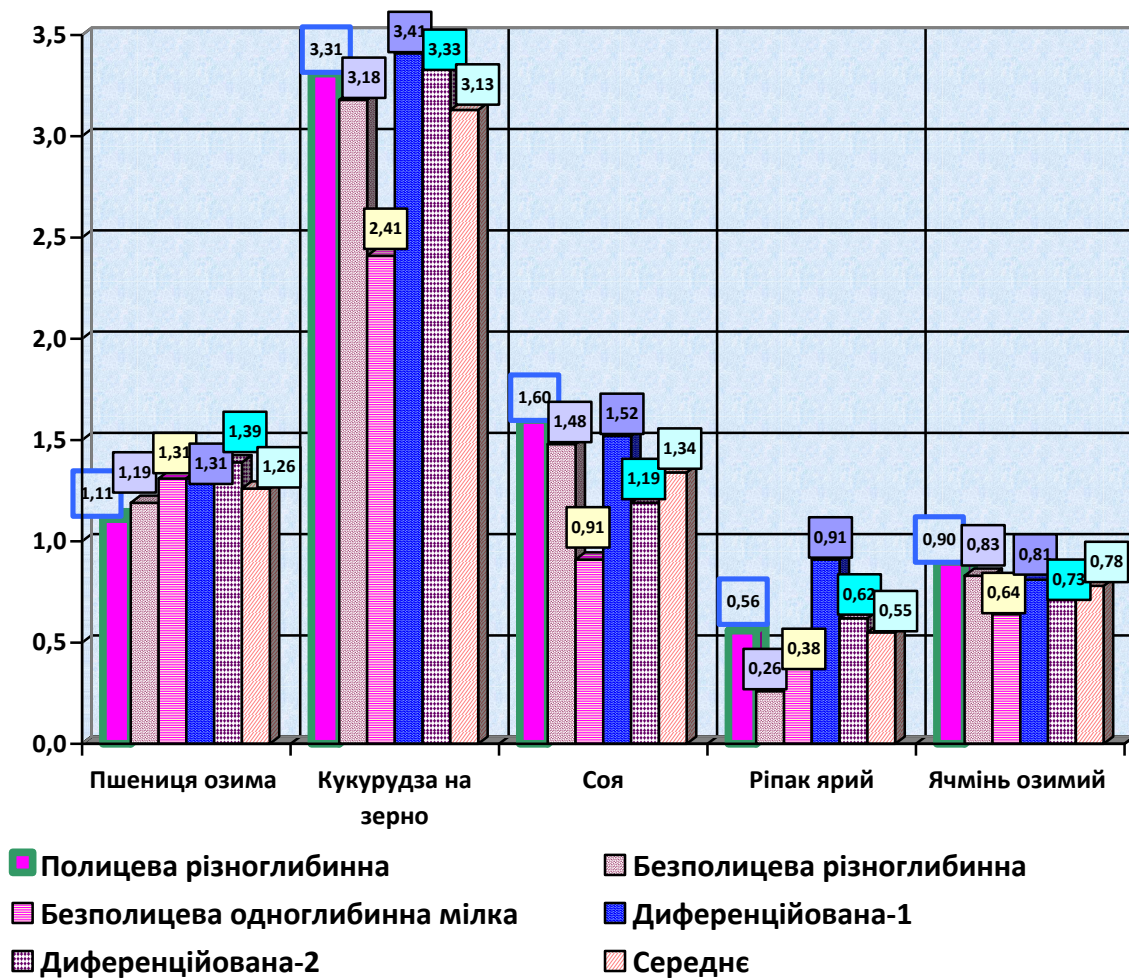


Рис. 3.3 Коефіцієнт продуктивності зрошення сільськогосподарських культур короткоротаційних сівозмін залежно від досліджуваних систем основного обробітку ґрунту (середнє за 2007-2015 рр.)

Максимальним коефіцієнт продуктивності зрошення у порівнянні сільськогосподарських культур короткоротаційних сівозмін сформувався за

виросування кукурудзи на зерно – 3,13, а найменшим його рівень (0,55) визначений у ріпаку ярого, що обумовлено низькою врожайністю цієї культури та неістотними відмінностями показників евапотранспірації.

За другого диференційованого обробітку ґрунту (варіант 5) при вирощуванні пшениці озимої коефіцієнт продуктивності зрошення збільшився до 1,39. Також високий рівень досліджуваного показника – 1,31, визначено за використання одноглибинного мілкого безполицевого (варіант 3) та першого диференційованого обробітку ґрунту (варіант 4). Порівняно з п'ятим варіантом (диференційована-2) в першому і другому варіантах спостерігали зменшення коефіцієнту продуктивності зрошення до 1,11-1,19 або на 16,8-25,2%.

За вирощування кукурудзи на зерно найбільш ефективним з точки зору використання зрошення був четвертий варіант (диференційована-1) з коефіцієнтом продуктивності штучного зволоження 3,41, а також перший (3,31) і п'ятий (3,33) варіанти. За використання безполицевого одноглибинного мілкого (варіант 3) та безполицевого різноглибинного (варіант 2) досліджуваній показник зменшився до 2,41-3,18 або на 7,2-41,5%, порівняно з найкращим варіантом (диференційована-1).

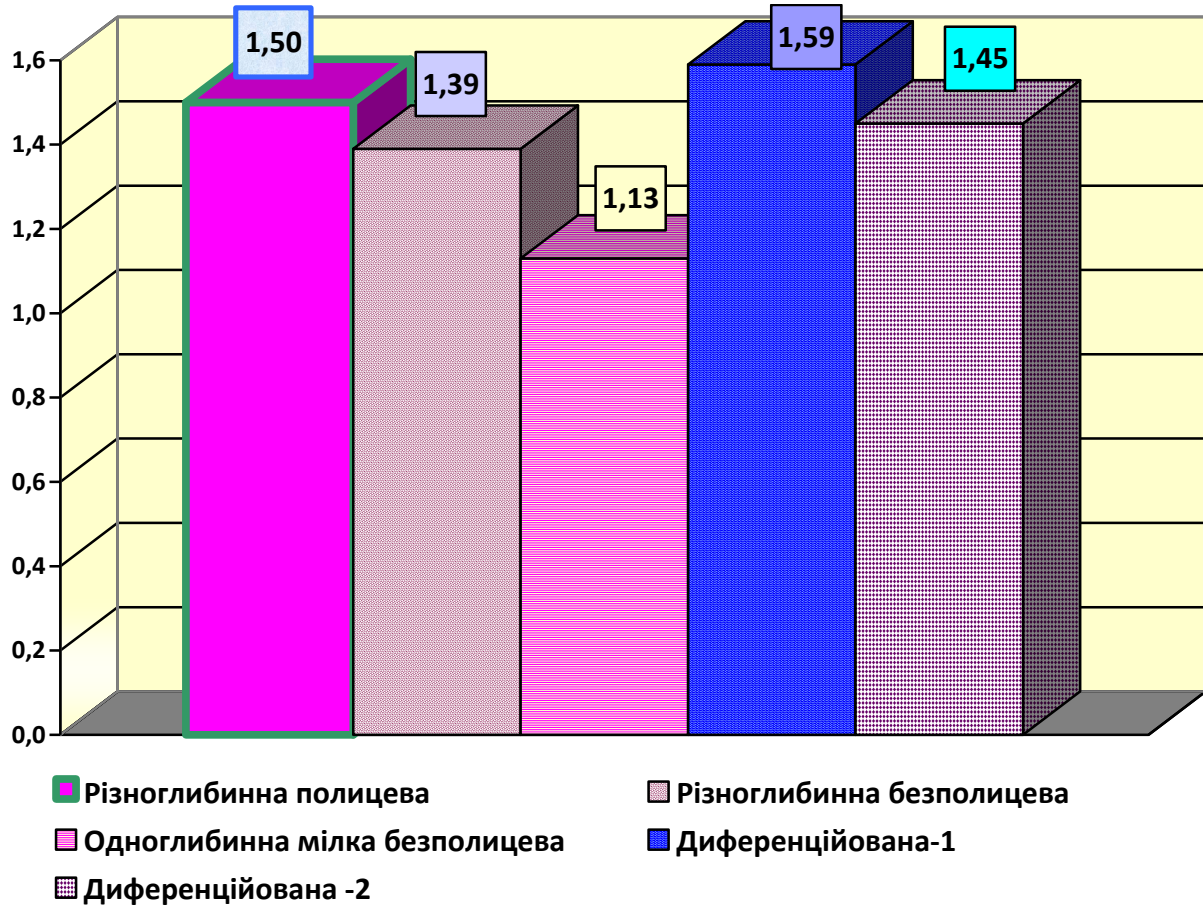
У сої мінімальний рівень коефіцієнту продуктивності зрошення – 0,91, визначено за використання одноглибинного мілкого безполицевого основного обробітку ґрунту (варіант 3), а максимальний – 1,60, у варіанті 1, тобто більше в 1,8 рази. Різниця між іншими досліджуваними варіантами знаходилася в межах 5,3-34,5%.

Найкраще використання штучного зволоження визначено посівами ріпаку ярого при застосуванні першого диференційованого обробітку ґрунту (варіант 4), де коефіцієнт продуктивності зрошення склав 0,91. У варіантах інших досліджуваних систем основного обробітку ґрунту цей показник зменшився в широкому діапазоні.

Ячмінь озимий сформував найбільший коефіцієнт продуктивності зрошення – 0,90, у першому варіанті з різноглибинним полицевим обробітком

грунту. В інших варіантах фактору А визначено його зниження на 8,4-40,6% – від 0,64 (варіант 3) до 0,83 (варіант 2).

Середньофакторіальні коефіцієнти продуктивності зрошення короткоротаційної сівозміни по фактору А значною мірою залежали від досліджуваних систем основного обробітку ґрунту (рис. 3.4).



**Рис. 3.4 Середньофакторіальний коефіцієнт продуктивності зрошення сільськогосподарських культур короткоротаційних сівозмін залежно від системи основного обробітку ґрунту (середнє за 2007-2015 рр.)**

Визначено, що найменша ефективність використання штучного зволоження з коефіцієнтом продуктивності зрошення 1,13 формувалася за використання одноглибинного мілкового безполицевого обробітку ґрунту (варіант 3). За різноглибинного безполицевого (варіант 2) та другого диференційованого (варіант 5) обробітку ґрунту визначено зростання досліджуваного показника до 1,39-1,45 або на 23,0-28,3%.

Середньофакторіальні значення коефіцієнту продуктивності зрошення найвищого рівня – 1,50-1,59 досягли за використання різноглибинного полицевого (варіант 1) та першого диференційованого (варіант 4) обробітку ґрунту, оскільки цей показник перевищував мінімальний третій варіант на 32,7-40,7%.

### **Висновки до розділу 3**

1. Дослідженнями за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) встановлено, що щільність складення ґрунту залежно від основного обробітку під культурами сівозміни змінювалася неістотно. На початку вегетації цей показник у верхньому шарі ґрунту 0-10 см був мінімальним – у межах 1,18-1,19 г/см<sup>3</sup> за використання полицевої та безполицевої різноглибинних систем основного обробітку ґрунту. Визначено підвищення щільності складення до 1,30-1,31 г/см<sup>3</sup> у шарі ґрунту 20-40 см на ділянках з безполицевим одноглибинним мілким обробітком. За ротацію сівозміни-2 (2011-2015 рр.) у період сходів культур сівозміни у варіантах безполицевого основного обробітку щільність складення шару ґрунту 0-40 см становила 1,34-1,36 г/см<sup>3</sup>, а у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованих систем – 1,33-1,34 г/см<sup>3</sup>. Такий рівень щільності складення забезпечував сприятливі умови для росту й розвитку ячменю озимого, проте був на 4,6-7,1% вищим від біологічно обґрунтованого для кукурудзи та сої. Максимальними показники щільності складення у шарі ґрунту 30-40 см, у середньому по сівозміні, визначені у варіанті тривалого застосування мілкого обробітку на глибину 12-14 см в системі одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту і склали 1,40-1,42 г/см<sup>3</sup>.

2. Варіанти систем основного обробітку ґрунту за рівнем показників пористості шару 0-40 см суттєво не відрізнялися між собою. Найбільшими – 48,8 та 48,9%, їх визначено за оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні-2 (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4).

3. Проведення дискового обробітку ґрунту на глибину 12-14 см у системі безполицевого одноглибинного мілкового обробітку ґрунту в сівозміні-1, порівняно з оранкою на 20-22 см, знижувало водопроникність на початку вегетації в середньому на 22,5%. За безполицевої різноглибинної та диференційованої-2 систем основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіанти 2, 5) відбулося зменшення водопроникності на 12,5%. Більш високі показники щільності складення ґрунту, а відповідно нижча його пористість протягом 2011-2015 рр. за безполицевих способів обробітку, особливо за тривалого застосування мілкового розпушування в сівозміні (варіант 3), призвели до зниження водопроникності на початку вегетації сільськогосподарських культур на 6,9-17,2%, а перед збиранням урожаю на 20,7-26,3%. Максимальні значення досліджуваного показника відповідали варіанту різноглибинної оранки (варіант 1) та диференційованої-1 систем основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 4).

4. У середньовологі та середні роки, наприклад 2008 і 2010, кількість поливів зменшується до 1-3, а зрошувальна норма складає 400-1200 м<sup>3</sup>/га; у середньосухі та сухі роки кількість поливів збільшується до 7-8. Сумарне водоспоживання, у середньому по сівозміні-2, коливалося у межах 2890-3070 м<sup>3</sup>/га, з несуттєвою різницею 1,0-3,7% за варіантами досліджуваних систем обробітку ґрунту. Найбільш ефективно використання вологи на формування одиниці врожаю з мінімальними значеннями коефіцієнту водоспоживання, як зернових, так і просапних культур, спостерігали у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4).

5. Максимальним коефіцієнт продуктивності зрошення при порівнянні сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни сформувався за вирощування кукурудзи на зерно – 3,13, а найменшим – на рівні 0,55, він був у ріпаку ярого. Порівняння різних систем основного обробітку свідчить, про те, що цей показник найвищого рівня (1,50-1,59) досягав за використання різноглибинного полицевого (варіант 1) та першого диференційованого (варіант 4) обробітку ґрунту.

## РОЗДІЛ 4

### ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ У ТЕМНО-КАШТАНОВОМУ ҐРУНТІ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ НА ЗРОШЕННІ

У сучасній аграрній науці значна увага приділяється впливу систем основного обробітку ґрунту, зрошення та удобрення на біологічну активність і режим живлення сільськогосподарських культур. Встановлено, що обробіток ґрунту впливає на розподіл елементів мінерального живлення в оброблюваному шарі, проте з цього питання одержано неоднозначні висновки вченими різних країн. Пояснюється це різнотиповістю й рівнем окультуреності ґрунтів, біологічною активністю орного горизонту і окремих його шарів, вмістом у них більшої чи меншої кількості сполук азоту, фосфору та калію, які в землеробстві мають пріоритетне значення. Основна роль в перетворенні свіжої органічної речовини в гумус, а потім і в мінеральні сполуки різного ступеню доступності для рослин належить ґрунтовим мікроорганізмам [34, 201].

Мікроорганізми беруть участь у розкладанні й мінералізації рослинних та тваринних решток, що має велике значення у процесах кореневого живлення сільськогосподарських культур [28, 169, 188, 313, 388].

Ученими за напрямками ґрунтознавства та мікробіології встановлено, що мікроорганізмам належить виняткова роль у ґрунтових процесах, оскільки під впливом біологічних факторів створюються основні властивості ґрунтів, які відрізняють їх від гірської породи. У кожному окремому шарі орного горизонту мікроорганізми розміщуються нерівномірно, тобто в одних шарах їх більше, в інших – менше. Крім цього, існує загальна тенденція до поступового зниження чисельності мікроорганізмів із заглибленням у ґрунт [54, 404, 440].



#### 4.1 Чисельність різних груп мікроорганізмів у ґрунті під посівами кукурудзи після сої

На початку вегетації чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів була високою за всіх систем основного обробітку ґрунту в сівозміні-2 і коливалася в межах 27,54-29,97 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

При збиранні врожаю кукурудзи їх кількість знижувалась, при чому найбільшою вона була у ґрунті варіанту з полицевою оранкою та становила на фоні внесення  $N_{120}P_{60}$  – 26,68,  $N_{150}P_{60}$  – 22,81 та  $N_{180}P_{60}$  – 21,0 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, що перевищило їх кількість за інших способів основного обробітку ґрунту, відповідно до фонів живлення, на 4,3-28,6%, 4,8-12,9 та 16,2-29,2%. Дещо нижчою їх чисельність у ґрунті була за глибокого чизельного обробітку (варіант 2), а найменшою – у варіанті з мілким дисковим обробітком (варіант 3).

Кількість олігонітрофільних мікроорганізмів на початку вегетації культури в шарі ґрунту 0-40 см була найвищою за різноглибинного полицевого обробітку та оранки в системі диференційованого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см і становила 22,82 та 22,98 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а за мілкого дискового обробітку на 12-14 см і оранки в системі диференційованого обробітку на глибину 20-22 см їх чисельність зменшувалась до 21,21 та 21,24 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

При збиранні врожаю створилися кращі умови для діяльності олігонітрофілів також за проведення полицевих обробітків на глибину 28-30 см (варіанти 1 і 5). Так, у варіанті різноглибинної оранки їх кількість у шарі 0-40 см склала: на фоні  $N_{120}P_{60}$  – 21,09,  $N_{150}P_{60}$  – 21,52 та  $N_{180}P_{60}$  – 21,29 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а у варіанті з оранкою на 28-30 см в системі диференційованого обробітку ґрунту їх нараховувалося: при внесенні  $N_{120}P_{60}$  – 19,36,  $N_{150}P_{60}$  – 21,00 та  $N_{180}P_{60}$  – 19,91 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту або на 8,2, 2,4 та 6,5% менше, порівняно з контролем.

Проте найбільш несприятливі умови склалися у ґрунті варіанту з мілким одноглибинним безполицевим обробітком на глибину 12-14 см, що призвело до зменшення їх чисельності, порівняно з варіантом різноглибинного полицевого обробітку на фоні  $N_{120}P_{60}$  – 19,2%,  $N_{150}P_{60}$  – 13,2% та при внесенні  $N_{180}P_{60}$  – на 14,9%, і пов'язано з погіршенням фізичних властивостей ґрунту.

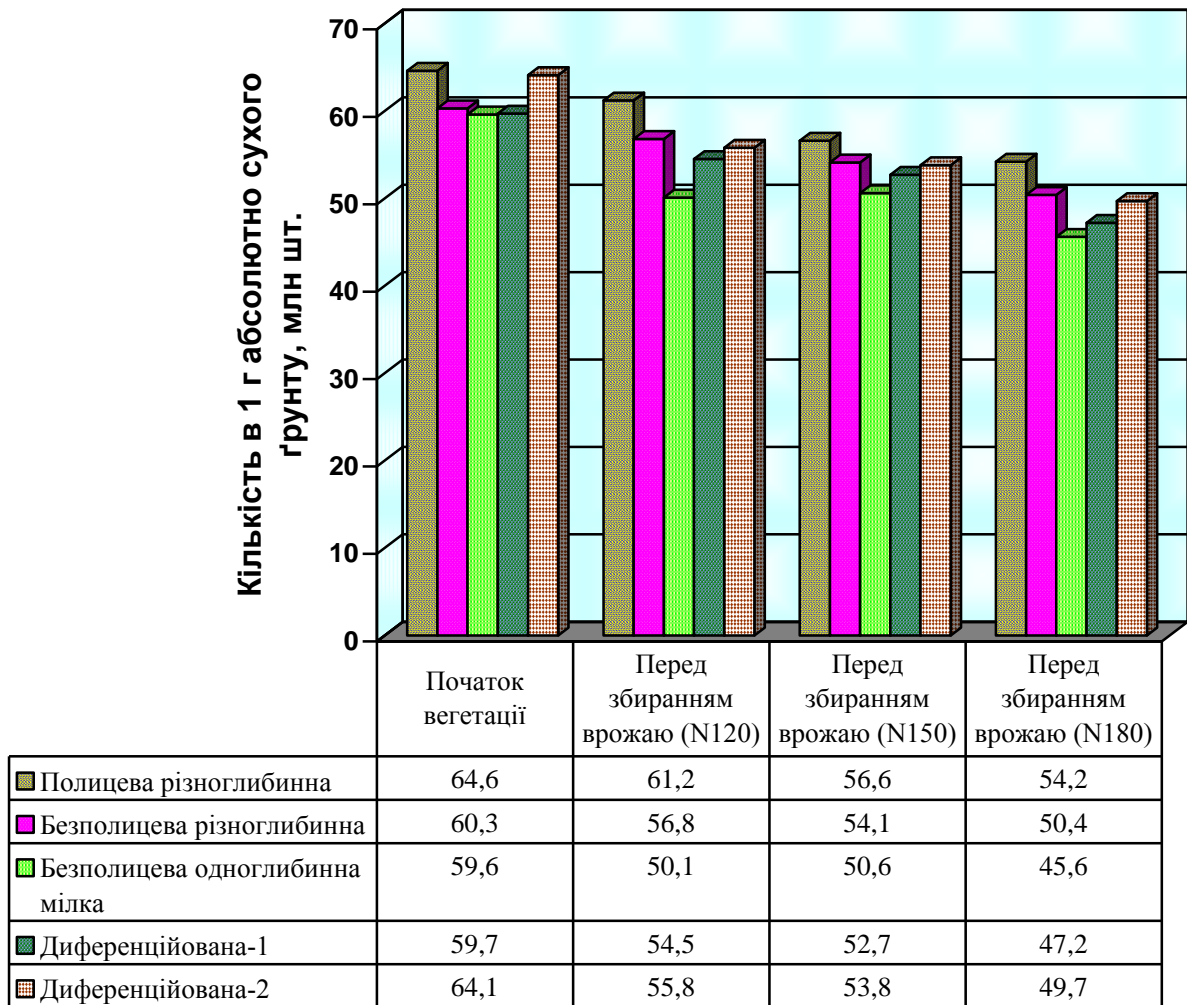
На початку вегетації кукурудзи чисельність нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі 0-40 см була найбільшою за проведення різноглибинного полицевого обробітку та оранки в системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні на глибину 28-30 см та становила 9,36-9,48 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а в інших варіантах коливалася в межах від 8,20 до 8,68 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

У період збирання врожаю кукурудзи на зерно найбільша їх чисельність в середньому по фактору удобрення була на фоні внесення  $N_{120}P_{60}$  – 10,3 тис. шт., а зі збільшенням дози азоту до  $N_{150}$  та  $N_{180}$  спостерігали тенденцію їх зменшення, відповідно до 9,84 та 9,48 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту (додаток Д.1, рис. 4.1).

Найбільший вміст нітрифікуючих мікроорганізмів визначено за різноглибинного полицевого обробітку та оранки в системі диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні-2 на глибину 28-30 см, який склав на фоні внесення  $N_{120}P_{60}$  – 10,60 та 10,72 тис. шт.,  $N_{150}P_{60}$  – 10,08 та 10,43, за внесення  $N_{180}P_{60}$  – 9,73 та 9,81 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Найменша їх кількість визначена у ґрунті за проведення одноглибинного мілкового обробітку ґрунту на глибину 12-14 см за внесення  $N_{120}P_{60}$  – 9,60 тис. шт.,  $N_{150}P_{60}$  – 9,09 та  $N_{180}P_{60}$  – 8,93 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Отже, така закономірність до збільшення чисельності олігонітрофільних та нітрифікуючих мікроорганізмів у ґрунті варіантів 1 та 5 пояснюється тим, що сформувалися кращі фізико-хімічні показники: зменшувалась щільність складення, відповідно збільшувалась пористість та водопроникність ґрунту, що покращило повітряно-водний режим та окисно-відновний потенціал ґрунту і тим самим сприяло кращим умовам живлення рослин.



**Рис. 4.1 Загальна чисельність мікроорганізмів в шарі ґрунту 0-40 см під посівами кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту та доз азотних добрив (середнє за 2011-2015 рр.)**

Чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів на початку вегетації у шарі 0-40 см була найбільшою у ґрунті варіанту різноглибинного безполицевого обробітку на глибину 28-30 см і склала 2,43 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, тоді як за інших систем основного обробітку ґрунту вона коливалася в межах 2,20-2,29 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

В період збирання врожаю кукурудзи на зерно залежно від систем основного обробітку ґрунту та фонів удобрення при застосуванні  $N_{120}P_{60}$  у ґрунті всіх варіантів дослідів у шарі 0-40 см спостерігали підвищення їх чисельності від 2,52 до 2,95 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а за

внесення  $N_{150}P_{60}$  та  $N_{180}P_{60}$  визначено істотне зростання лише у ґрунті варіанту з оранкою на 20-22 см в системі диференційованого обробітку – 2,22 та 2,34 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, що більше порівняно з оранкою (варіант 1) на 2,8 та 6,4%.

Визначено, що загальна чисельність мікроорганізмів в шарі ґрунту 0-40 см під посівами кукурудзи на зерно була максимальною у варіанті оранки на 28-30 см за різноглибинної полицевої та диференційованої-2 систем основного обробітку ґрунту в сівозміні – на рівні 64,1-64,6 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту. Тривале застосування безполицевого одноглибинного мілкового обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3) зменшило цей показник на 7,7%. У передзбиральний період виявлена закономірність збереглася на всіх фонах мінерального живлення.

#### **4.2 Мікробне угруповання у ґрунті під посівами сої після кукурудзи**

Відповідно до отриманих даних, щодо чисельності представників основних груп ґрунтової біоти в посівах сої, спостереження за динамікою амоніфікуючих мікроорганізмів свідчать, що на початку вегетації за різноглибинного полицевого та безполицевого обробітку їх кількість у шарі 0-40 см була більшою на 6,04 та 3,37 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, порівняно з варіантом одноглибинного мілкового безполицевого обробітку, а у варіантах з диференційованою за способами та глибиною системами основного обробітку ґрунту, їх кількість в цьому шарі ґрунту коливалася від 20,39 до 22,58 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Така різниця між варіантами дослідів з різноглибинними та диференційованими системами основного обробітку ґрунту за чисельністю амоніфікуючих мікроорганізмів пояснюється тим, що щільність складення ґрунту у цих варіантах знаходилася практично на одному рівні та більшою мірою залежала від глибини загортання свіжої органічної речовини.

За період від фази сходів і до збирання врожаю спостерігали тенденцію до зменшення цієї групи мікроорганізмів в усіх варіантах дослід у шарі ґрунту 0-40 см, як на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , так і при застосуванні на цьому фоні азотфіксувального мікробного препарату – Ризогумін.

Необхідно відзначити, що за інокуляції насіння сої Ризогуміном перед збиранням урожаю культури у варіантах полицевого і безполицевого обробітку з глибиною розпушування 25-27 см чисельність амоніфікаторів у шарі ґрунту 0-40 см була більшою, порівняно з фоном  $N_{60}P_{60}$ , відповідно на 10,7-9,5%. У інших варіантах їх вміст у ґрунті практично не залежав від фону живлення (рис. 4.2, додаток Д.2).

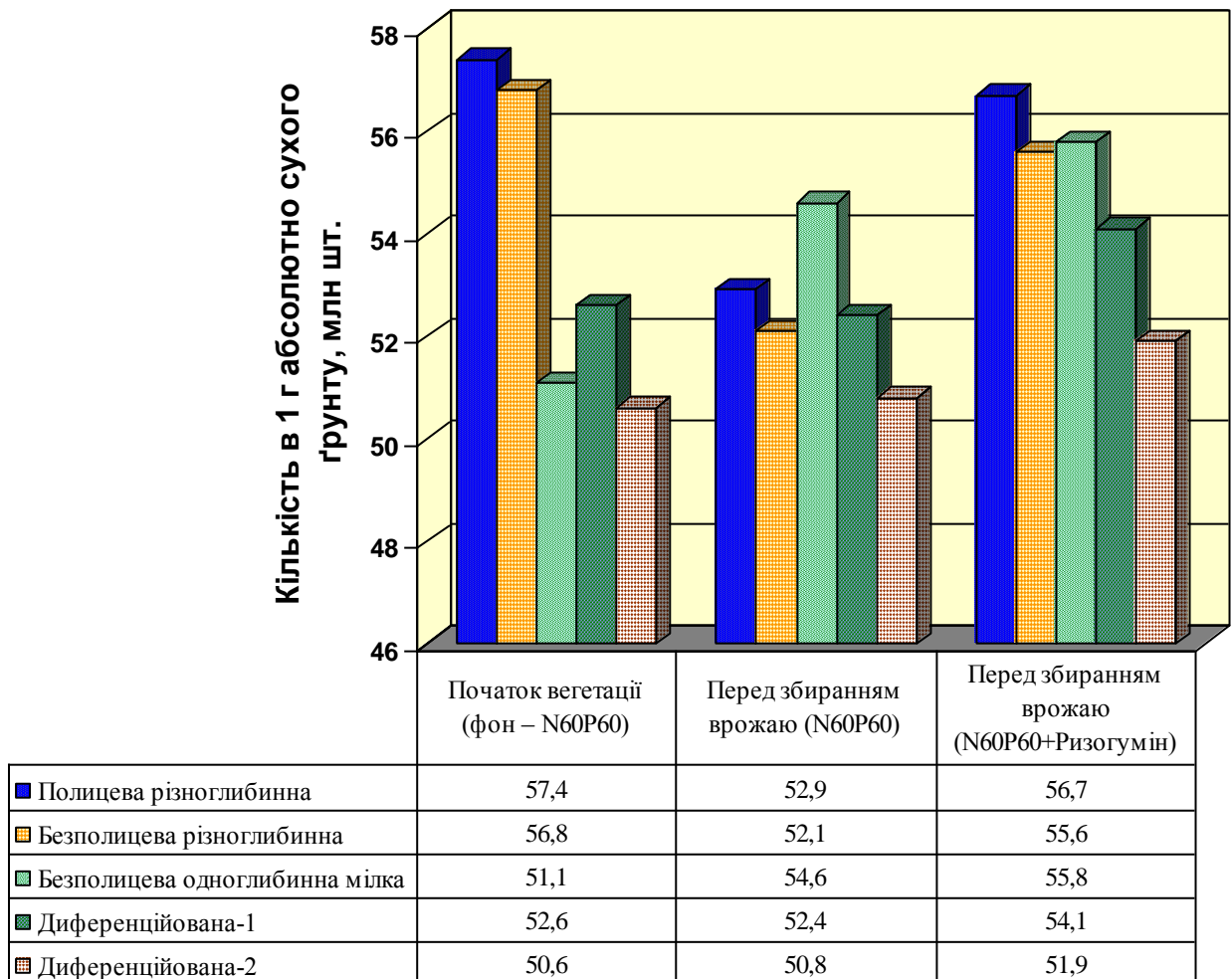


Рис. 4.2 Загальна чисельність мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см під посівами сої залежно від фону живлення, застосування Ризогуміну та систем основного обробітку ґрунту в сівозміні-2 (середнє за 2011-2015 рр.)

Щодо чисельності олігонітрофільних мікроорганізмів, визначено, що в період сходів сої, максимально збільшувалась їх кількість у шарі ґрунту 0-40 см на фоні безполицевого обробітку ґрунту на глибину 25-27 см і становила 19,97 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а за інших варіантів дослідів коливалася в діапазоні від 17,86 до 19,54 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

У кінці вегетації максимальну чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів спостерігали у ґрунті за проведення мілкового одноглибинного розпушування на 12-14 см, як на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , так і при застосуванні на цьому ж фоні Ризогуміну – 20,98 та 21,68 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, що більше порівняно з оранкою на 8,8 та 12,0%.

Аналізуючи результати даних, отриманих в досліді, можна стверджувати, що на початку вегетації сої кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі 0-40 см була найбільшою у варіантах різноглибинного безполицевого обробітку і становила 9,22 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а в інших варіантах дослідів коливалася в діапазоні від 8,22 до 9,06 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Перед збиранням урожаю спостерігали тенденцію до збільшення нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см за всіх систем основного обробітку ґрунту і фонів удобрення. Так, за період від початку і до кінця вегетації сої їх чисельність збільшилася за оранки на фоні  $N_{60}P_{60}$  на 10%, за проведення диференційованого обробітку ґрунту – на 16,1-19,2%, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну – відповідно на 24 та 27,7-31,0%.

Залежно від систем основного обробітку ґрунту та фонів удобрення змінювалася і чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів упродовж вегетації. Найменша їх кількість була визначена у фазу сходів у ґрунті варіанту різноглибинного полицевого обробітку – 2,09 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, за інших систем їх вміст збільшився на 6,7-12,0%, порівняно з оранкою.

На період збирання врожаю сої максимальна чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см була визначена у

варіантах з диференційованим обробітком ґрунту в сівозміні на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  – 2,46-2,54 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, а застосування на цьому ж фоні Ризогуміну сприяло зростанню їх чисельності відповідно на 2,0 та 4,3%.

За вирощування сої кількість мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см залежно від фону живлення та Ризогуміну на початку вегетації була максимальною (57,4 млн шт./г) у варіанті полицевого різноглибинного основного обробітку ґрунту. За безполицевого мілкового обробітку визначено їх зменшення до 51,1 або на 12,5%. Застосування Ризогуміну обумовило зростання загальної чисельності мікроорганізмів у середньому по фактору з 52,6 до 54,8 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту або на 4,2%.

### **4.3 Чисельність основних груп мікроорганізмів під посівами ячменю озимого після сої**

Відповідно до отриманих результатів, щодо чисельності представників основних груп ґрунтової біоти в посівах ячменю озимого, спостереженнями за динамікою амоніфікуючих мікроорганізмів визначено, що на початку вегетації за глибокого полицевого та безполицевого обробітку ґрунту на 20-22 см їх кількість у шарі ґрунту 0-40 см була більшою, відповідно на 6,26 та 4,40 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту, порівняно з варіантом мілкового одноглибинного обробітку на 12-14 см (табл. 4.1).

У варіанті диференційованої системи обробітку ґрунту з дисковим розпушуванням під ячмінь на 12-14 см чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів, порівняно з контролем, зменшилася на 14,1-21,0%.

Аналогічно змінювалася від способу основного обробітку ґрунту і кількість олігонітрофільних мікроорганізмів. Найбільше їх було у ґрунті варіанту різноглибинної оранки, що склало в шарі 0-40 см 21,73 млн шт. У варіантах диференційованих систем основного обробітку з поверхневим

розпушуванням ґрунту на глибину 8-10 см їх було менше на 14,7%, а за мілкового розпушування на 12-14 см зменшення становило 22%.

Таблиця 4.1

**Чисельність різних груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см під посівами ячменю озимого за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні-2 (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Кількість в 1 г абсолютно сухого ґрунту			
			амоніфікуючі, млн шт.	олігонітрофільні, млн шт.	нітрифікуючі, тис. шт.	целюлозоруйнуючі, тис. шт.
Початок вегетації						
1	Полицева різноглибинна	20-22 см (о)	27,16	21,73	8,96	2,24
2	Безполицева різноглибинна	20-22 см (ч)	25,30	20,36	12,39	1,99
3	Безполицева одноглибинна	12-14 см (д)	20,90	15,66	10,18	1,94
4	Диференційована-1	12-14 см (д)	23,34	16,96	9,46	2,52
5	Диференційована-2	8-10 см (п)	21,54	18,54	10,46	2,84
Перед збиранням урожаю						
1	Полицева різноглибинна	20-22 см (о)	21,41	19,80	8,26	1,70
2	Безполицева різноглибинна	20-22 см (ч)	20,11	18,84	8,24	1,88
3	Безполицева одноглибинна	12-14 см (д)	20,37	19,22	8,44	1,74
4	Диференційована-1	12-14 см (д)	20,90	18,17	8,32	1,72
5	Диференційована-2	8-10 см (п)	19,15	18,67	9,19	1,93



У варіанті одноглибинного мілкового безполицевого обробітку ґрунту на 12-14 см кількість олігонітрофілів знизилася на 27,9%. Таке збільшення чисельності даних груп мікроорганізмів на фоні різноглибинних систем основного обробітку ґрунту можна пояснити тим, що більш глибоке розпушування ґрунту сприяє кращій активізації мікробіологічних процесів.

Закономірне збільшення чисельності амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см варіанту різноглибинної оранки спостерігали і перед збиранням врожаю.

У варіантах диференційованої системи обробітку ґрунту кількість амоніфікаторів за варіантами дослідів у шарі ґрунту 0-40 см у період збирання врожаю зменшилася, порівняно з контролем, на 2,4-10,6%, а олігонітрофілів відповідно на 5,7-8,2%.

Аналізуючи кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у ґрунті на початку вегетації, встановлено, що у шарі ґрунту 0-40 см їх було найменше у варіанті оранки на глибину 20-22 см – 8,96 тис шт., тоді як за безполицевого обробітку на таку саму глибину їх кількість збільшилась на 38,3%, а у ґрунті варіантів диференційованих систем з лущенням на 8-10 та 12-14 см збільшення склало відповідно 5,6-16,7%.

Перед збиранням врожаю ячменю чітко простежується перевага впливу на чисельність нітрифікуючих мікроорганізмів лущення на 8-10 см за диференційованої системи обробітку-2, де їх нараховувалося до 9,19 тис шт., в той час як у варіанті оранки на 20-22 см спостерігали зниження їх кількості на 10,1%.

Залежно від системи основного обробітку ґрунту змінювалася і чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів як на початку вегетації, так і перед збиранням врожаю. Їх кількість протягом усієї вегетації була найбільшою у варіанті диференційованої системи основного обробітку ґрунту-2 з лущенням під ячмінь на 8-10 см.

У варіантах безполицевого різноглибинного і одноглибинного мілкового обробітку встановлено зниження чисельності целюлозоруйнуючих

мікроорганізмів на початку вегетації у шарі ґрунту 0-40 см на 29,9-31,7%, порівняно з варіантом 5. Перед збиранням урожаю кількість цих мікроорганізмів за варіантами дослідів досягла свого мінімуму і коливалася в межах 1,70-1,88 тис. шт.

#### **4.4 Ґрунтова мікрофлора під посівами сої після ячменю озимого**

Мінімальна чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів на початку вегетації сої в шарі ґрунту 0-40 см була визначена за чизельного обробітку на 14-16 см на фоні диференційованої системи обробітку ґрунту-2 в сівозміні - 17,41 млн шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту. Збільшення кількості амоніфікаторів на 15,0% та 8,4% встановлено на фоні різноглибинної оранки та безполицевого обробітку з глибиною розпушування на 23-25 см, порівняно з варіантом 5.

Проведення дискового розпушування на глибину 12-14 см в системі мілкового обробітку без обертання скиби (варіант 3) та у варіанті диференційованого основного обробітку-1 також збільшило їх кількість у шарі ґрунту 0-40 см, порівняно з варіантом 5, але в меншій мірі – від 1,2 до 1,4%.

У період збирання врожаю спостерігали тенденцію до зменшення чисельності цієї групи мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см за проведення полицевого і безполицевого обробітку ґрунту (варіанти 1, 2), як на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , так і при застосуванні на цьому фоні азотфіксувального мікробного препарату АБМ. За інших систем основного обробітку ґрунту їх кількість збільшилась, порівняно з оранкою, на фоні  $N_{60}P_{60}$  на 11,4-10,2%, а інокуляція сої мікробним препаратом АБМ сприяла збільшенню їх вмісту в ґрунті відповідно на 17,9 та 7,0%.

Таким чином, відзначено збільшення чисельності амоніфікувальних мікроорганізмів у період від початку вегетації і до збирання врожаю сої за інокуляції насіння мікробним препаратом АБМ на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  і

застосування мілкою одноглибинного безполицевого обробітку та у варіантах з диференційованим обробітком ґрунту від 7,0 до 15,5%. При застосуванні  $N_{60}P_{60}$  збільшення складало лише 5,8-6,5%.

Максимальна кількість олігонітрофілів була визначена в шарі ґрунту 0-40 см на фоні оранки на глибину 23-25 см, а в інших варіантах спостерігали зменшення їх кількості на 1,4; 5,6% (табл. 4.2).

Перед збиранням урожаю, встановлено зменшення їх кількості, порівняно з початком вегетації, на всіх фонах живлення, особливо за диференційованої системи-1 (варіант 4). Так, на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , кількість олігонітрофільних мікроорганізмів максимально збільшилася, порівняно з варіантом 4, за проведення глибокого безполицевого обробітку на 21,6%, а при застосуванні на цьому фоні АБМ – на 13,4%.

Максимальну кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см на початку вегетації сої визначено на фоні дискового обробітку на глибину 12-14 см в системі диференційованого основного обробітку ґрунту-1 (варіант 4) – 8,84 тис. шт., тоді як за інших систем обробітку ґрунту їх кількість коливалася від 8,00 до 8,74 тис. шт. в 1 г абсолютно сухого ґрунту.

Перед збиранням урожаю чисельність нітрифікаторів збільшилася в шарі ґрунту 0-40 см за усіх систем основного обробітку ґрунту і на всіх фонах живлення. Так, максимальна їх кількість визначена за проведення оранки на глибину 23-25 см як на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , так і при застосуванні на цьому фоні АБМ – 9,51 та 9,95 тис. шт. в 1 г сухого ґрунту.

Порівняно з дисковим обробітком на 12-14 та чизельним на 14-16 см, їх кількість у ґрунті зменшилася на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  на 4,9 та 3,7%, а за обробки насіння сої мікробним препаратом на цьому ж фоні, зменшення в цих варіантах складало 6,7 та 5,2%, відповідно.

Аналізуючи чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів залежно від систем основного обробітку ґрунту та фонів живлення, встановлено, що від початку вегетації культури і до збирання урожаю їх кількість в шарі ґрунту 0-40 см збільшилася в усіх варіантах дослідів.

Таблиця 4.2

**Чисельність різних груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см під посівами сої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення у сівозміні-2 (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Кількість в 1 г абсолютно сухого ґрунту			
			амоніфікуючі, млн шт.	олігонітрофільні, млн шт.	нітрифікуючі, тис. шт.	целюлозоруйнуючі, тис. шт.
Початок вегетації (фон – N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	20,03	18,73	8,28	2,10
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	18,87	18,29	8,74	1,84
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	17,62	18,47	8,00	1,85
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	17,66	17,68	8,84	1,74
5	Диференційована-2	14-16 (ч)	17,41	18,10	8,42	1,80
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>6,1</b>	<b>2,3</b>	<b>4,1</b>	<b>7,4</b>
Перед збиранням врожаю (фон - N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	16,82	16,12	9,51	2,24
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	16,64	18,92	9,46	2,27
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	18,65	16,96	9,04	2,47
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	18,74	15,56	9,49	2,53
5	Диференційована-2	14-16 (ч)	18,54	16,16	9,16	2,48
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>5,9</b>	<b>7,9</b>	<b>2,3</b>	<b>5,5</b>
Перед збиранням врожаю (фон - N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> +АБМ)						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	17,05	17,00	9,95	2,33
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	17,41	19,00	9,54	2,24
3	Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	18,24	16,92	9,28	2,48
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	18,90	16,76	9,53	2,55
5	Диференційована-2	14-16 (ч)	20,11	17,83	9,43	2,42
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>6,8</b>	<b>5,3</b>	<b>2,6</b>	<b>5,1</b>

На фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  за глибокого полицевого та безполицевого обробітку кількість целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см за період від початку вегетації і до збирання врожаю збільшилася на 6,7 та 23,4%, а за безполицевого мілкового обробітку на 12-14 та у варіантах з диференційованим обробітком на глибину 14-16 см збільшення коливалося в межах 33,5-45,4%. При застосуванні на цьому фоні АБМ чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у ґрунті підвищилася відповідно на 11,0-21,7% та 34,0-46,6%.

Отже, за інокуляції насіння сої азотфіксувальним препаратом АБМ на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , створилися кращі умови для діяльності целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у варіанті мілкового одноглибинного обробітку на глибину 12-14 см та диференційованого обробітку ґрунту, а нітрифікуючих – на фоні полицевого та безполицевого обробітку з розпушуванням ґрунту на 23-25 см та проведенням дискового обробітку на глибину 12-14 см.

#### **4.5 Мікробний ценоз ґрунту за різних систем удобрення в сівозміні**

Дослідження змін чисельності різних груп мікроорганізмів при застосуванні різних систем удобрення та обробітку ґрунту в сівозміні на зрошенні свідчать про те, що кожна сільськогосподарська культура створює в ґрунті характерне для неї мікробне угруповання.

Так, на початку весняної вегетації сільськогосподарських культур у середньому по сівозміні на фоні внесення  $N_{75}P_{60}$  на 1 га сівозмінної площі найбільша кількість амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів визначена при вирощуванні кукурудзи на зерно. Кількість нітрифікуючих мікроорганізмів по культурах сівозміни коливалась у межах 9,4-10,3 тис. шт./г, а целюлозоруйнуючих визначили більше у другому полі з соєю (рис. 4.3).

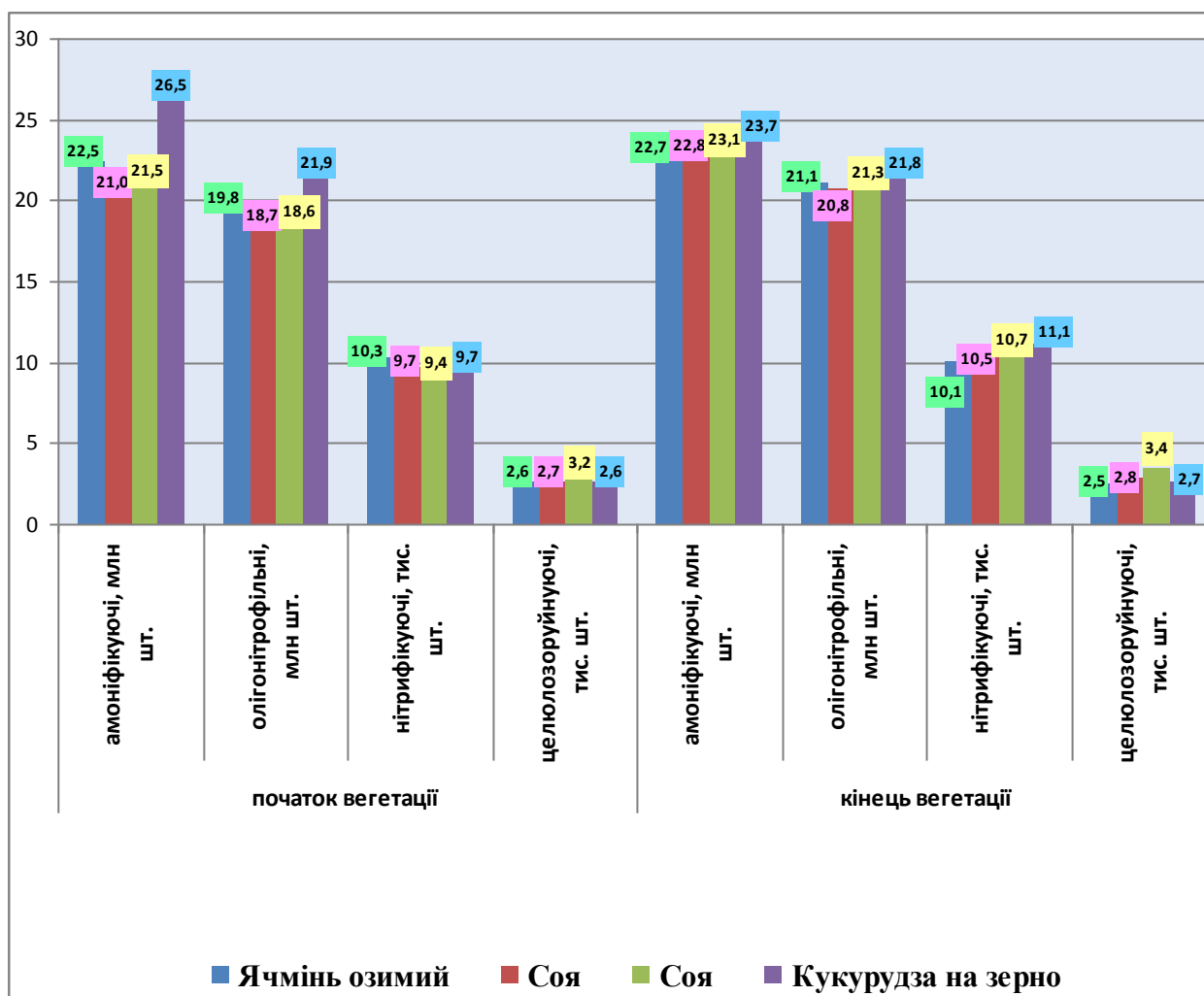


Рис. 4.3 Чисельність основних груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см за системи удобрення з внесенням  $N_{75}P_{60}$  на 1 га сівзміної площі (середнє за 2011-2015 рр.)

Наприкінці вегетаційного періоду найбільше амоніфікуючих мікроорганізмів на рівні 23,7 млн шт. визначено у ґрунті під посівами кукурудзи на зерно, на інших культурах їх кількість зменшилася на 2,6-4,7%. Найменшою чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у досліджуваному шарі ґрунту – 2,5 тис. шт., виявилася під ячменем озимим.

Збільшення дози азотного добрива з  $N_{75}P_{60}$  до  $N_{97,5}P_{60}$  забезпечило зростання кількості мікроорганізмів на 4,4% та сприяло покращенню агрофізичних властивостей ґрунту, забезпеченості рослин елементами мінерального живлення та вологою (рис. 4.4).

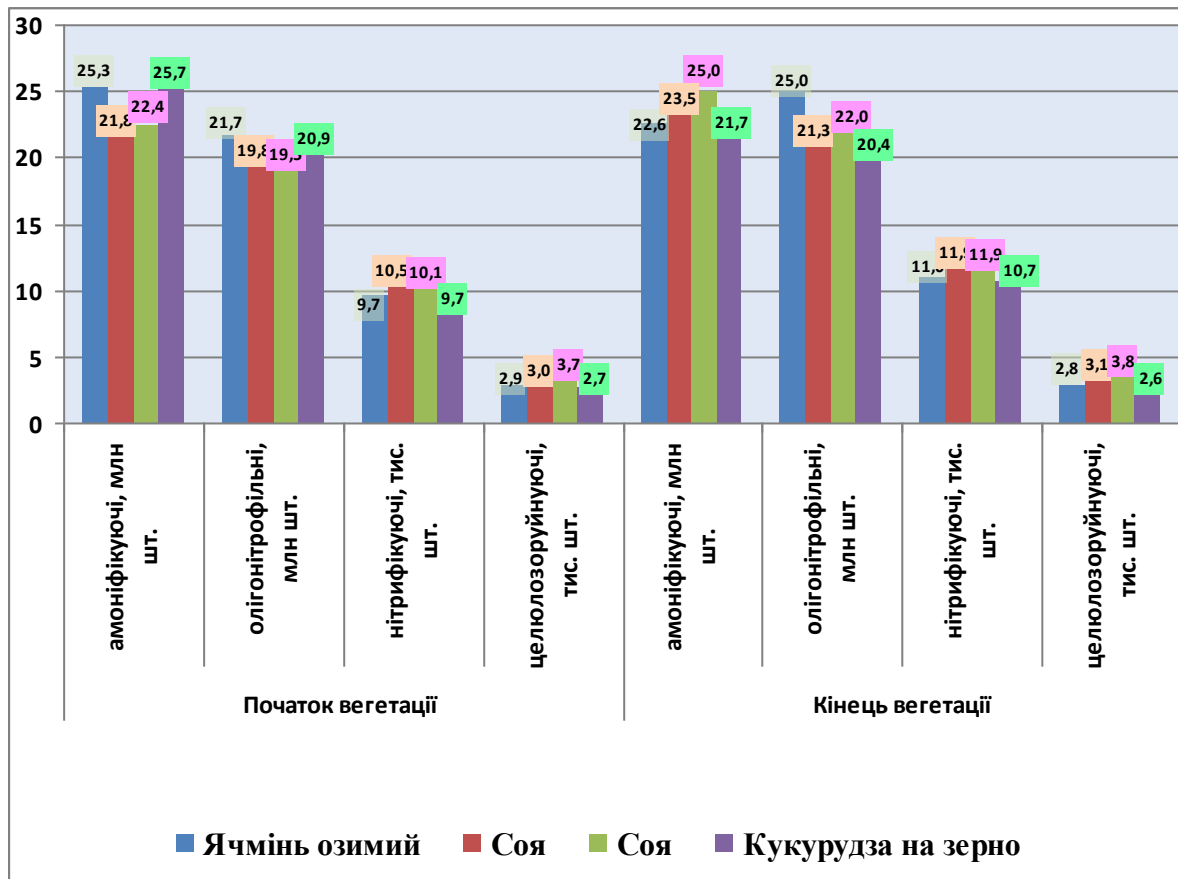


Рис. 4.4 Чисельність основних груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см за системи удобрення з внесенням  $N_{97,5}P_{60}$  на 1 га сівозмінної площі (середнє за 2011-2015 рр.)

На початку вегетації сільськогосподарських культур у середньому по сівозміні на фоні внесення  $N_{97,5}P_{60}$  на 1 га сівозмінної площі найбільша кількість амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів формувалась у ґрунті під посівами ячменю озимого та кукурудзи на зерно – 25,3; 25,7 млн шт. Максимальна кількість нітрифікуючих (10,5; 10,1 тис. шт.) та целюлозоруйнуючих (3,0; 3,7 тис. шт.) визначена в ґрунті під посівами сої.

У кінці вегетації найвища чисельність амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів на рівні 25 млн шт. на 1 га сівозмінної площі визначена в ґрунті другого поля з соєю та під посівами ячменю озимого. Кількість нітрифікуючих та целюлозоруйнуючих мікроорганізмів перед збиранням урожаю культур сівозміні-2 була максимальною, як і на початку вегетації, у шарі ґрунту 0-40 см під посівами сої.

Таким чином, підвищення чисельності корисної мікрофлори в ґрунті сівозміни-2 за системи удобрення з внесенням  $N_{97,5}P_{60}$  на 1 га сівозмінної площі в умовах зрошення сприяло покращенню агрофізичних властивостей, забезпеченості рослин елементами мінерального живлення та вологою, що значною мірою пов'язано з глибиною загортання свіжої органічної речовини, на якій оселялися ґрунтові мікроорганізми.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Дослідженнями динаміки чисельності ґрунтової мікрофлори встановлено, що кількість амоніфікуючих мікроорганізмів під посівами ячменю озимого, кукурудзи на зерно та сої в шарі ґрунту 0-40 см на початку вегетації найбільшою була за полицевого обробітку ґрунту – на рівні 20-30 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту. Дещо нижчою вона була за безполицевого обробітку (варіант 2) і коливалася в межах 18 -28 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту. У варіанті одноглибинного мілкого (12-14 см) безполицевого обробітку чисельність амоніфікуючої мікрофлори була найменшою на фоні інших систем основного обробітку ґрунту, а відносно оранки знижувалась на 12-23%.

2. Аналізуючи кількість олігонітрофілів у ґрунті, визначено аналогічну закономірність – максимальне їх збільшення до 18,5-22,81 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту у шарі 0-40 см за глибокого полицевого обробітку. У ґрунті під посівами ячменю озимого спостерігали значне зменшення (6,3-27,9%) їх кількості за безполицевих способів обробітку, порівняно з варіантом оранки, тоді як при вирощуванні кукурудзи на зерно їх чисельність була максимальною за проведення різноглибинного полицевого та безполицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см і склала 22,81-22,98 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту, в інших варіантах зменшувалась на 7,0-7,7%, а в ґрунті під посівами сої їх чисельність була майже однаковою.

3. Від сходів і до збирання врожаю культур сівозміни-2 визначено закономірне зменшення чисельності амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів у всіх варіантах дослідів. Водночас за інокуляції насіння сої



азотфісувальними мікробними препаратами (АБМ, Ризогумін) встановлено їх збільшення, порівняно з фоном  $N_{60}P_{60}$ , в усіх варіантах обробітку ґрунту в середньому по фактору удобрення при застосуванні АБМ на 2,6-4,7%, а Ризогуміну – відповідно на 4,4-2,6%.

4. Кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см в посівах ячменю озимого була найбільшою у варіанті різноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту і склала 12,39 тис. шт./г абсолютно сухого ґрунту. А в посівах кукурудзи на зерно їх чисельність була найбільшою за різноглибинної полицевої оранки та у варіанті з диференційованим обробітком ґрунту з оранкою під кукурудзу на глибину 28-30 см – 9,39-9,82 тис. шт./г абсолютно сухого ґрунту.

5. Перед збиранням урожаю спостерігали закономірне збільшення чисельності нітрифікаторів за всіх систем основного обробітку ґрунту і фонів удобрення. Так, за період від початку і до кінця вегетації сої їх кількість у шарі ґрунту 0-40 см збільшилась за оранки на фоні  $N_{60}P_{60}$  на 10%, диференційованого обробітку ґрунту – на 16,1-19,2, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну – відповідно 24 та 27,7-31,0%. У період збирання врожаю кукурудзи на зерно найбільша їх чисельність, в середньому по фактору удобрення, становила на фоні внесення  $N_{120}P_{60}$  – 10,3 тис. шт., а зі збільшенням дози азоту до  $N_{150}$  та  $N_{180}$  визначено їх зменшення відповідно до 9,84 та 9,48 тис. шт./г абсолютно сухого ґрунту. Змінюється залежно від систем основного обробітку ґрунту і чисельність целюлозоруйнуючих мікроорганізмів як на початку вегетації, так і перед збиранням урожаю.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЙОГО ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ В СІВОЗМІНІ НА ЗРОШЕННІ**

Продуктивність землеробської галузі сільського господарства залежить від багатьох факторів, що є обмежувачами: правильного добору вирощуваних культур і сортів, пристосованих до ґрунтових та кліматичних умов, спеціалізації господарства, агроекологічної оцінки земель. Не останнє місце в системах землеробства належить сільськогосподарській економіці, тому що суспільні відносини визначають цільову установку і форму використання землі. Перехід до нових форм організації праці зумовлює нові підходи у веденні землеробства, що вимагають комплексних заходів зі стабільним фінансуванням та вирішенням соціальних питань [6, 93, 126, 136, 151].

Ефективність сільськогосподарського виробництва визначається кількістю і якістю ґрунтово-кліматичних і антропогенних ресурсів, рівнем їх використання та управління. В ідеалі системи землеробства і прийняті управлінські рішення повинні в максимальному ступені відповідати своєрідності природно-ресурсного потенціалу територій землекористування. Однак на практиці цей принцип часто порушується, що нерідко призводить, з одного боку, до недовикористання потенціалу агровиробництва, а з іншого, до створення передумов для деградації природних систем і, зокрема, найважливішого їх компонента – ґрунту [24, 124, 125, 170].

Ресурсозбереження й охорона навколишнього середовища під час виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях – це два взаємопов'язані напрями, реалізацію яких можна здійснити за рахунок упровадження науково обґрунтованих систем землеробства. У зв'язку з загостренням екологічної ситуації в агропромисловому комплексі України необхідність вирішення даної проблеми не підлягає сумніву, а науково-обґрунтовані системи обробітку ґрунту та удобрення повинні забезпечувати

збереження родючості ґрунтів і захист їх від ерозійних та деградаційних процесів за економних витрат техногенних ресурсів [31, 74, 113, 155, 375]. Тому удосконалення існуючих, економічне та енергетичне обґрунтування нових способів і систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях, є актуальним і потребує поглиблених експериментальних досліджень.

### **5.1 Динаміка нітрифікаційної здатності ґрунту під посівами сільськогосподарських культур у сівозміні**

На основі наукових досліджень встановлено вплив систем основного обробітку ґрунту на вміст у ньому нітратів та нітрифікаційну здатність шару ґрунту 0-40 см впродовж ротації зернопросапної сівозміни-2 (2011-2015 рр.).

Аналіз отриманих даних за вмістом у ґрунті доступних елементів мінерального живлення свідчить, що рослини кукурудзи на початку вегетації були добре забезпечені нітратами і їх вміст в орному шарі ґрунту був достатнім для росту й розвитку рослин.

На початку вегетації кукурудзи, найбільше нітратів до компостування зразків визначено за внесення добрив дозою  $N_{120}P_{60}$  та оранки на 28-30 см у системі різноглибинного полицевого обробітку – 127,3 мг/кг, а на фоні застосування дози  $N_{180}P_{60}$  спостерігали максимальне збільшення їх кількості у варіантах диференційованих систем основного обробітку з однією оранкою та щільюванням за ротацію сівозміни, що відповідно на 3,0 та 3,9% більше, ніж у ґрунті контрольного варіанту. Найменше нітратів містилося за дискового обробітку на глибину 12-14 см у системі одноглибинного мілкого безполицевого розпушування ґрунту протягом ротації сівозміни, що відповідно доз внесення мінеральних добрив склало 81,5 та 120,2 мг/кг ґрунту.

Визначено вплив диференційованої системи основного обробітку на вміст нітратів в зразках ґрунту після компостування на початку вегетації. Аналіз

даних свідчить, що зі збільшенням дози азотного добрива вміст нітратів підвищувався як до, так і після компостування зразків ґрунту. Так, при внесенні під кукурудзу дози азотних добрив  $N_{120}$  їх вміст у шарі ґрунту 0-40 см варіанту різноглибинного полицевого обробітку становив 181,5 мг/кг, за дози  $N_{180}$  їх кількість зросла на 21,5%, а максимальні показники визначені у варіантах диференційованих систем основного обробітку ґрунту на обох фонах живлення.

Щодо визначення вмісту нітратів перед збиранням урожаю, їх кількість за шарами профілю 0-40 см значно зменшувалася, а мінімальні показники відповідали варіанту одноглибинного мілкового розпушування на 12-14 см, що відповідно до фонів живлення склало 6,0 та 18,2 мг/кг ґрунту. Така ж тенденція до зменшення встановлена в кінці вегетації і при визначенні вмісту нітратів у зразках після компостування (табл. 5.1).

Проведені дослідження свідчать, що у варіанті різноглибинного полицевого обробітку з оранкою на 28-30 см вміст нітратів за вегетаційний період у шарі ґрунту 0-40 см зменшився на фоні внесення  $N_{120}P_{60}$  – на 91,0%,  $N_{180}P_{60}$  – на 59,8%. У варіантах диференційованих систем основного обробітку ґрунту з оранкою на глибину 20-22 см та 28-30 см кількість нітратів зменшилась на фоні  $N_{120}P_{60}$  – на 111,2 та 106,8 мг/кг,  $N_{180}P_{60}$  – на 97,3 та 93,5 мг/кг ґрунту.

Враховуючи те, що нітрати дуже рухомі та реагують на температурний і водний режим ґрунту, внаслідок чого їх вміст упродовж коротких проміжків часу змінюється, ми визначили нітрифікаційну здатність ґрунту.

На початку вегетації нітрифікаційна здатність була вищою у ґрунті варіантів за підвищеного фону живлення  $N_{180}P_{60}$ , і коливалась в межах 83,9-87,8 мг/кг ґрунту.

Протягом вегетації, за рахунок використання поживних речовин рослинами та промивання нітратного азоту за межі активного шару ґрунту, нітрифікаційна здатність у кінці вегетації кукурудзи значно зменшилась.

Таблиця 5.1

**Вміст нітратів і нітрифікаційна здатність ґрунту у шарі 0-40 см за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення під кукурудзу на зерно в сівозміні-2, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Сходи		Перед збиранням урожаю	
			фон живлення			
			рекомендований	підвищений	рекомендований	підвищений
			N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub>
<b>Вміст нітратів до компостування</b>						
1	Полицева різноглибинна	28 – 30 (о)	127,3	136,0	11,6	54,6
2	Безполицева різноглибинна	28 – 30 (ч)	118,6	132,2	15,2	46,0
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	81,5	120,2	6,0	18,2
4	Диференційована-1	20 – 22 (о)	122,3	141,3	11,1	44,0
5	Диференційована-2	28 – 30 (о)	114,1	140,1	7,3	46,6
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>16,1</b>	<b>6,3</b>	<b>35,8</b>	<b>33,1</b>
<b>Вміст нітратів після компостування</b>						
1	Полицева різноглибинна	28 – 30 (о)	181,5	220,5	38,2	92,2
2	Безполицева різноглибинна	28 – 30 (ч)	187,5	220,0	34,0	86,5
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	170,5	204,5	30,5	53,8
4	Диференційована-1	20 – 22 (о)	195,5	225,2	39,5	102,7
5	Диференційована-2	28 – 30 (о)	195,2	224,0	43,5	102,5
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>5,6</b>	<b>3,8</b>	<b>13,5</b>	<b>22,9</b>
<b>Нітрифікаційна здатність</b>						
1	Полицева різноглибинна	28 – 30 (о)	54,2	84,5	26,6	37,6
2	Безполицева різноглибинна	28 – 30 (ч)	68,9	87,8	18,8	40,5
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	89,0	84,3	24,5	35,6
4	Диференційована-1	20 – 22 (о)	73,2	83,9	28,4	58,7
5	Диференційована-2	28 – 30 (о)	81,1	83,9	36,2	55,9
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>17,9</b>	<b>1,9</b>	<b>23,5</b>	<b>23,7</b>

У досліджуваних варіантах на рекомендованому фоні живлення цей показник знизився за весь період вегетації у шарі ґрунту 0-40 см на 50,9-72,7%,

а на підвищеному фоні – на 30,0-57,8%. Очевидно, що більша різниця є показником більш інтенсивного використання нітратного азоту рослинами на формування врожаю.

Після кукурудзи на зерно у сівозміні висівали сою з використанням інокулянта АБМ та дотриманням біологічно оптимального режиму зрошення.

Одержані дані свідчать, що найбільш сприятливі умови для накопичення нітратів на початку вегетації культури у шарі ґрунту 0-40 см формувалися за внесення  $N_{60}P_{60}$  на фоні глибокого полицевого та безполицевого обробітків ґрунту, і коливалися в межах 47,9-50,6 мг/кг, а застосування на цьому фоні інокулянта АБМ підвищило їх вміст у ґрунті до 55,8-57,1 мг/кг, або на 12,8-16,5%.

При визначенні вмісту нітратів у зразках ґрунту після компостування на початку вегетації сої виявлено високу здатність до утворення нітратів за всіх систем основного обробітку ґрунту, але найбільш сприятливі умови формувалися у ґрунті різноглибинного полицевого та безполицевого обробітків, що відповідно фонів мінерального живлення складало 117,4 – 122,2 мг/кг та 120,8 – 122,0.

Перед збиранням урожаю кількість нітратів у шарі ґрунту 0-40 см зменшувалася в усіх варіантах дослідження з найменшими показниками – 24,6 мг/кг у ґрунті варіанту 4 на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , та 30,4 мг/кг – за одноглибинного мілкового розпушування (варіант 3) при застосуванні АБМ.

Тенденція до зменшення спостерігалася й при визначенні вмісту нітратів у зразках після компостування перед збиранням урожаю з найменшими показниками – 57,7 та 68,0 мг/кг у ґрунті варіанту одноглибинного мілкового розпушування згідно фонів живлення (табл. 5.2).

У прямій залежності від вмісту нітратів як до, так і після компостування зразків, знаходилася нітрифікаційна здатність, тобто здатність ґрунту, за сприятливих умов, утворювати нітрати.

На початку вегетації нітрифікаційна здатність була вищою у шарі 0-40 см за диференційованих систем основного обробітку ґрунту: на рекомендованому фоні – 72,0 мг/кг, а на покращеному коливалася в межах 71,8- 73,7.

Таблиця 5.2

**Вміст нітратів та нітрифікаційна здатність ґрунту в шарі 0-40 см залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення під сою, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Сходи		Перед збиранням врожаю	
			Фон живлення			
			N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + АБМ	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + АБМ
<b>Вміст нітратів до компостування</b>						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	50,6	57,1	27,4	50,6
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	47,9	55,8	29,9	41,5
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	36,1	40,9	32,5	30,4
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	47,0	49,2	24,6	42,1
5	Диференційована-2	14 -16 (ч)	39,9	40,8	26,3	33,2
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>13,7</b>	<b>16,0</b>	<b>11,0</b>	<b>20,2</b>
<b>Вміст нітратів після компостування</b>						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	122,2	120,8	66,2	91,0
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	117,4	122,0	69,7	82,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	89,1	101,5	57,7	68,0
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	119,0	121,0	59,5	89,2
5	Диференційована-2	14 -16 (ч)	108,0	114,5	67,0	80,3
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>12,1</b>	<b>7,4</b>	<b>8,1</b>	<b>11,1</b>
<b>Нітрифікаційна здатність</b>						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	71,6	63,7	38,8	40,4
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	69,5	66,2	39,8	41,2
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	53,0	60,6	25,2	37,6
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	72,0	71,8	34,9	47,1
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	68,1	73,7	40,7	47,1
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>11,8</b>	<b>8,2</b>	<b>17,7</b>	<b>9,9</b>

За рахунок використання поживних речовин рослинами та промивання нітратного азоту за межі активного шару ґрунту, нітрифікаційна здатність на період збирання врожаю сої значно зменшилась, проте була на високому рівні.

Перед збиранням врожаю культури значення цього показника були вищими за оптимізованого фону мінерального живлення, проте максимальні

показники також визначено у шарі 0-40 см варіанту диференційованого обробітку ґрунту, які відповідно до фонів живлення становили 40,7 та 47,1 мг/кг ґрунту.

При вирощуванні ячменю озимого у варіантах з різноглибинним полицевим і безполицевим обробітком вміст нітратів у компостованих зразках був високим і склав у шарі ґрунту 0-40 см на рекомендованому фоні – 76,3 – 80,1 мг/кг, а на підвищеному – 80,1 – 83,6 мг/кг ґрунту.

Таким чином, із збільшенням дози азотного добрива кількість нітратів у шарі ґрунту 0-40 см підвищувалася, незалежно від системи основного обробітку. Це пов'язано з тим, що значна кількість свіжої органічної речовини, яка залишалася на полі після збирання попередника і загорталася у ґрунт, сприяла зростанню його здатності до утворення нітратів за певних гідротермічних умов.

На початку весняної вегетації культури, як вміст нітратів у компостованих зразках, так і нітрифікаційна здатність у шарі ґрунту 0-40 см були найвищими у варіанті різноглибинного полицевого обробітку з оранкою під ячмінь озимий на 20-22 см, із тенденцією до максимального збільшення на підвищеному фоні  $N_{90}P_{60}$ , що склало 83,3 мг/кг (табл. 5.3).

У той же час, у ґрунті варіанту з мілким безполицевим розпушуванням на глибину 12-14 см цей показник був найменшим і на фоні внесення азоту дозою  $N_{90}P_{60}$  становив 76,5 мг/кг, що на 6,5% більше за рекомендованого фону.

На початкових етапах росту й розвитку сої у шарі 0-40 см склалися найбільш сприятливі умови для накопичення нітратів у ґрунті варіантів різноглибинного полицевого та безполицевого обробітків на глибину 23-25 см, де значення цього показника на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  склали 46,0-48,6 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну їх вміст у ґрунті був дещо більшим і коливався в межах 53,6-56,3 мг/кг.

У фазу повної стиглості зерна сої кількість нітратів у ґрунті зменшилася в усіх варіантах дослідження незалежно від фонів живлення.

Як свідчать результати аналізів на початку вегетації культури, вміст



нітратів у компостованих зразках ґрунту був також максимальним у варіанті різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби і відповідно до фонів живлення склав 117,3 та 127,1 мг/кг ґрунту.

Таблиця 5.3

**Вміст нітратів та нітрифікаційна здатність ґрунту у шарі 0-40 см залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення під ячмінь озимий, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту (післядія)	Спосіб і глибина обробітку, см	Початок весняної вегетації		Перед збиранням урожаю	
			фон живлення			
			рекомендований	підвищений	рекомендований	підвищений
			N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>
<b>Вміст нітратів до компостування</b>						
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	23,5	36,4	19,6	25,8
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	22,3	31,1	14,6	13,4
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	21,3	21,3	7,2	12,4
4	Диференційована-1	12-14 (д)	21,2	30,8	12,6	18,8
5	Диференційована-2	8-10 (п)	21,1	35,3	11,6	16,8
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>4,7</b>	<b>19,2</b>	<b>34,5</b>	<b>30,6</b>
<b>Після компостування</b>						
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	104,5	119,7	76,3	83,6
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	102,8	114,4	80,1	80,1
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	92,8	97,8	63,6	71,8
4	Диференційована-1	12-14 (д)	94,5	111,8	71,4	86,0
5	Диференційована-2	8-10 (п)	90,4	116,8	76,1	82,2
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>6,5</b>	<b>7,6</b>	<b>8,6</b>	<b>6,7</b>
<b>Нітрифікаційна здатність</b>						
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	81,0	83,3	56,7	57,8
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	80,5	83,2	65,5	66,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	71,5	76,5	56,4	59,4
4	Диференційована-1	12-14 (д)	73,3	81,0	58,8	67,2
5	Диференційована-2	8-10 (п)	69,3	81,5	64,5	65,4
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>7,1</b>	<b>3,4</b>	<b>7,2</b>	<b>6,9</b>

Найменші значення цього показника сформувалися у ґрунті варіанту одноглибинного мілкового розпушування на 12-14 см – 85,5 мг/кг на фоні внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>, при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну – 97,4 (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Вміст нітратів та нітрифікаційна здатність ґрунту в шарі 0-40 см залежно від систем основного обробітку та удобрення під сою, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Сходи		Перед збиранням урожаю	
			фон живлення			
			N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + Ризогумін	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + Ризогумін
<b>Вміст нітратів до компостування</b>						
1	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	48,6	56,3	25,9	42,4
2	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	46,0	53,6	28,7	39,8
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	34,7	39,3	31,2	29,2
4	Диференційована-1	14 - 16 (ч)	45,1	50,0	23,6	40,4
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	38,3	51,5	25,2	43,8
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>13,9</b>	<b>12,9</b>	<b>11,2</b>	<b>14,8</b>
<b>Вміст нітратів після компостування</b>						
1	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	117,3	127,1	63,2	88,1
2	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	112,7	117,1	66,9	79,4
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	85,5	97,4	65,4	65,8
4	Диференційована-1	14 - 16 (ч)	111,4	119,0	76,3	85,7
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	103,7	122,2	64,3	87,4
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>11,8</b>	<b>9,8</b>	<b>7,8</b>	<b>11,5</b>
<b>Нітрифікаційна здатність</b>						
1	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	68,7	70,8	37,3	38,7
2	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	66,7	63,5	38,2	39,6
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	50,8	58,1	34,2	36,6
4	Диференційована-1	14 - 16 (ч)	66,3	69,0	52,7	45,3
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	65,4	70,7	39,1	43,6
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>11,4</b>	<b>8,3</b>	<b>17,8</b>	<b>8,8</b>

Щодо визначення вмісту нітратів у зразках після компостування встановлено, що перед збиранням урожаю, їх кількість у ґрунті всіх варіантів за обох фонів живлення зменшується, водночас їх вміст у шарі ґрунту 0-40 см залишився на високому рівні.

Розглядаючи зміни нітрифікаційної здатності шару ґрунту 0-40 см, визначено, що на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  і передпосівної бактеризації насіння сої Ризогуміном, дані показники були дещо вищими, ніж на фоні  $N_{60}P_{60}$ , причому із максимальним їх збільшенням у ґрунті варіанту полицевого глибокого обробітку до 70,8 мг/кг ґрунту.

В інших варіантах основного обробітку цей показник знизився на 2,5 – 17,9%, а на фоні  $N_{60}P_{60}$  без інокуляції насіння сої відповідно від 2,9 до 26,0%, порівняно з оранкою.

Впродовж весняно-літньої вегетації за рахунок використання поживних речовин рослинами та промивання нітратного азоту за межі активного шару ґрунту, нітрифікаційна здатність на період збирання врожаю сої значно зменшилась.

Так, у ґрунті варіантів на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  цей показник за період вегетації культури знизився на 13,6-31,4 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну – на 21,5-32,1 мг/кг ґрунту. Очевидно, що більша різниця є показником більш інтенсивного використання азоту рослинами на формування врожаю.

Характеризуючи сівозміну в цілому, можна сказати, що зберіглася тенденція до зменшення нітратів у шарі ґрунту 0-40 см за всіх систем основного обробітку ґрунту, порівняно з контрольним варіантом.

Необхідно підкреслити, що кількість нітратів до компостування зразків у шарі ґрунту 0-40 см за проведення різноглибинного полицевого обробітку становила в середньому по сівозміні 90,2 мг/кг, тоді як у ґрунті варіантів диференційованих систем обробітку, порівняно з контролем, зменшення склало 30,9-33,1%, а найбільше зниження спостерігали у варіантах з одноглибинним мілким безполицевим розпушуванням, що обумовлено особливостями проходження біологічних процесів та трансформації нітратів.

Перед збиранням врожаю, як до так і після компостування за шарами профілю 0-40 см, цей показник зменшувався незалежно від систем основного

обробітку ґрунту, причому, з максимальним зниженням цього показника у варіантах одноглибинного мілкового розпушування (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

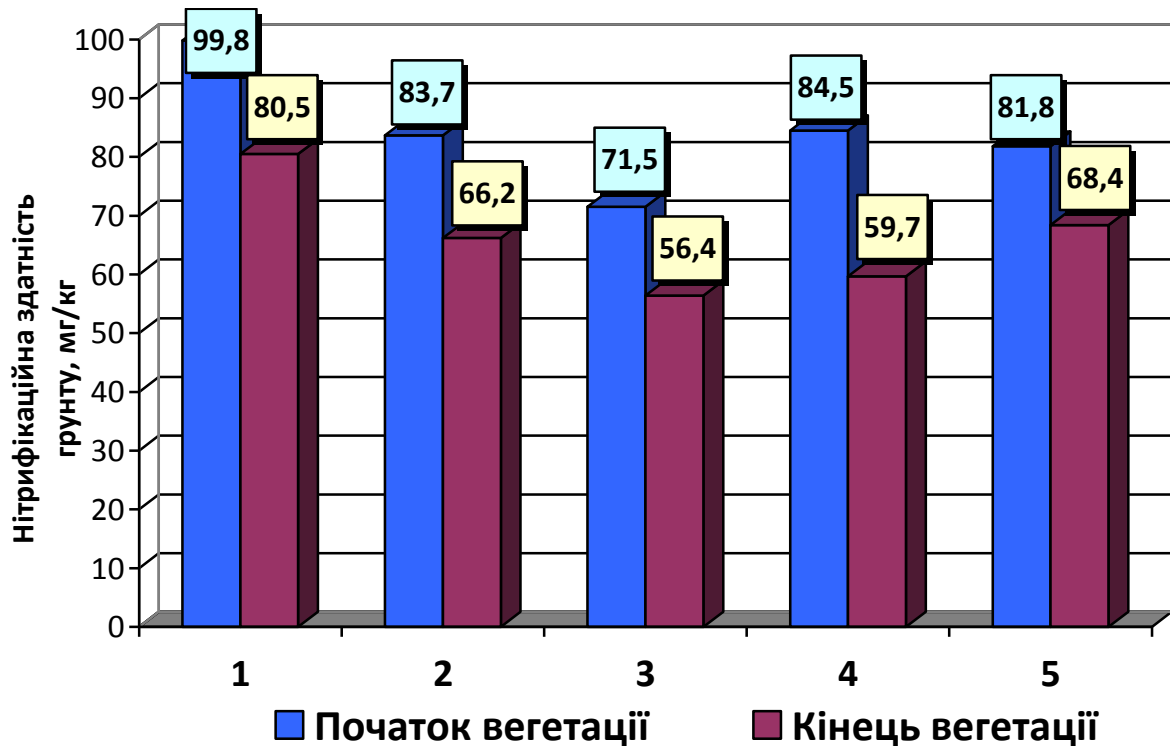
**Вміст нітратів у шарі ґрунту 0-40 см за різних систем основного обробітку в короткоротаційних сівозмінах на зрошенні, мг/кг ґрунту (середнє за 2007-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Початок вегетації		Кінець вегетації	
		до компо-стування	після компо-стування	до компо-стування	після компо-стування
1	Полицева різноглибинна	90,2	190,0	39,0	119,5
2	Безполицева різноглибинна	73,5	157,2	24,0	90,2
3	Безполицева одноглибинна мілка	84,4	155,9	10,7	67,1
4	Диференційована-1	60,3	131,8	19,0	78,7
5	Диференційована-2	62,3	144,1	25,7	94,1
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>17,8</b>	<b>16,6</b>	<b>43,8</b>	<b>21,8</b>

В прямій залежності від вмісту нітратів до і після компостування знаходилася нітрифікаційна здатність, тобто здатність ґрунту, за сприятливих умов, утворювати нітрати.

Вона була вищою у варіанті різноглибинного полицевого обробітку і на початку вегетації у шарі ґрунту 0-40 см в середньому по сівозмінах склала 99,8 мг/кг (рис. 5.1).

Деяко нижчими були ці показники на фоні різноглибинного безполицевого та диференційованого основного обробітку ґрунту і коливалися в межах 81,8-84,5 мг/кг ґрунту. За тривалого застосування мілкового одноглибинного обробітку без обертання скиби у сівозмінах (варіант 3) визначено мінімальні показники нітрифікаційної здатності – 71,5 мг/кг, що на 28,4% менше за контроль. Впродовж весняно-літньої вегетації за рахунок використання поживних речовин рослинами та промивання нітратного азоту за межі активного шару ґрунту, як вміст нітратів, так і нітрифікаційна здатність ґрунту зменшувалися, і на період збирання врожаю культур вона досягла свого мінімуму.



**Примітки:** 1 – полицева різноглибинна; 2 – безполицева різноглибинна;  
3 – безполицева одноглибинна мілка; 4 – диференційована-1;  
5 – диференційована-2

**Рис. 5.1 Динаміка нітрифікаційної здатності ґрунту протягом вегетаційного періоду за різних систем його основного обробітку у сівозмінах, мг/кг ґрунту**

Результатами досліджень визначено, що нітрифікаційна здатність шару ґрунту 0-40 см на кінець вегетації культур за різних систем основного обробітку зменшилась на 16,4 - 29,3%, а її мінімальні значення відповідали варіанту мілкового безполицевого обробітку ґрунту на глибину 12-14 см (варіант 3).

## **5.2 Формування фосфорно-калійного режиму живлення сільськогосподарських культур сівозміни**

Результати багаторічних експериментальних досліджень свідчать про те, що збільшення дози внесення азоту до  $N_{180}$  на початку вегетації кукурудзи призводило подальше підвищення кількості рухомих сполук фосфору в шарі ґрунту 0-40 см. Найбільші значення досліджуваного показника визначено,

незалежно від фонів живлення, у варіанті різноглибинного полицевого обробітку у шарі ґрунту 0-40 см, що відповідно склало 53,9 та 55,5 мг/кг ґрунту.

Застосування мілкового одноглибинного обробітку на глибину 12-14 см, порівняно з контролем, призвело до зниження вмісту рухомих сполук фосфору у цей період на фоні внесення  $N_{120}P_{60}$  – на 18,9%, а на фоні  $N_{180}P_{60}$  – на 14,6%. Це пов'язано з мілким загортанням післяжнивних рослинних решток та азотних добрив, які сприяють переходу сполук фосфору у нерухомі форми та концентрації його в шарі ґрунту 0-10 см, який навіть при зрошенні часто пересихає й активної участі у покращенні ефективної родючості ґрунту не відіграє. Вміст рухомих сполук фосфору в ґрунті перед збиранням урожаю зменшився на всіх фонах живлення, незалежно від систем основного обробітку ґрунту. А найменші значення цього показника, як і на початку вегетації культури, визначено за мілкового поверхневого розпушування ґрунту на обох фонах живлення.

Перед збиранням урожаю спостерігали тенденцію до зменшення вмісту обмінного калію у ґрунті всіх варіантів. Так, за період вегетації культури на фоні внесення  $N_{120}P_{60}$  у шарі 0-40 см максимальне зменшення цього показника визначено у варіантах полицевого та диференційованого основного обробітку, що склало 78-80 мг/кг, а на фоні застосування  $N_{180}$  – 104-111 мг/кг ґрунту (табл. 5.6).

Отже, таке інтенсивне використання рухомих сполук фосфору та калію рослинами кукурудзи пов'язане з підвищенням їх виносу збільшеним урожаєм досліджуваної культури.

Встановлено, що при вирощуванні сої в сівозміні на зрошенні залежно від досліджуваних систем основного обробітку ґрунту змінювався і вміст рухомих сполук фосфору на початку вегетації (табл. 5.7). Так, в шарі ґрунту 0-40 см максимальна його кількість містилася у варіанті різноглибинної полицевої системи з оранкою на глибину 23-25 см – 59,1 мг/кг на рекомендованому фоні, а на цьому ж фоні із застосуванням АБМ – 60,8 мг/кг ґрунту, що більше, ніж у ґрунті варіанту чизельного розпушування на таку ж глибину обробітку на 6,1 та 7,8%.

Таблиця 5.6

**Вміст рухомих сполук фосфору та калію у шарі ґрунту 0-40 см за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення під кукурудзу, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Сходи		Перед збиранням урожаю	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Рекомендований фон живлення – N<sub>120</sub>P<sub>60</sub></b>						
1	Полицева різноглибинна	28 – 30 (о)	53,9	306	36,4	228
2	Безполицева різноглибинна	28 – 30 (ч)	52,6	295	35,8	219
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	43,7	272	29,8	216
4	Диференційована-1	20 – 22 (о)	52,9	300	35,7	220
5	Диференційована-2	28 – 30 (о)	53,5	303	36,2	225
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>8,3</b>	<b>4,6</b>	<b>8,1</b>	<b>45,0</b>
<b>Підвищений фон живлення – N<sub>180</sub>P<sub>60</sub></b>						
1	Полицева різноглибинна	28 – 30 (о)	55,5	335	38,4	234
2	Безполицева різноглибинна	28 – 30 (ч)	54,3	328	37,3	225
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	47,4	291	31,4	192
4	Диференційована-1	20 – 22 (о)	53,6	330	37,9	226
5	Диференційована-2	28 – 30 (о)	54,8	335	38,3	224
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>6,2</b>	<b>5,7</b>	<b>8,1</b>	<b>7,3</b>

В інших варіантах, відповідно до фонів живлення, значення цього показника коливалися в межах 38,8-55,7 та 39,2-56,4 мг/кг ґрунту. Перед збиранням урожаю збереглася тенденція до його зменшення у ґрунті досліджуваних варіантів на фонах живлення, причому найменша кількість даного показника відповідала варіанту одноглибинного мілкового розпушування на 12-14 см, що склало у шарі ґрунту 0-40 см на фоні внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> – 24,3 мг/кг, при застосуванні на цьому фоні АБМ – 22,9 мг/кг ґрунту. В інших варіантах, відносно фонів живлення, він коливався в межах 30,8-36,1 мг/кг та 29,3-34,4 мг/кг ґрунту.

Таблиця 5.7

**Вміст рухомих сполук фосфору та калію в шарі ґрунту 0-40 см за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення під сою, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Сходи		Перед збиранням урожаю	
			фон живлення			
			N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + АБМ	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + АБМ
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	59,1	60,8	36,1	34,0
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	55,7	56,4	35,4	34,4
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	38,8	39,2	24,3	22,9
4	Диференційована-1	12-14	48,9	49,3	31,2	30,7
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	46,3	47,7	30,8	29,3
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>16,1</b>	<b>16,4</b>	<b>14,9</b>	<b>15,4</b>
K <sub>2</sub> O						
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	285	312	243	238
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	280	296	245	234
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	266	280	230	229
4	Диференційована-1	12-14	277	301	238	226
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	272	308	235	224
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>2,7</b>	<b>4,2</b>	<b>2,5</b>	<b>2,3</b>

Вміст рухомих сполук калію на початку вегетації культури в шарі 0-40 см за полицевого обробітку ґрунту на глибину 23-25 см на фоні внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> був найвищим – 285 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні АБМ він склав 312 мг/кг ґрунту, тоді як за мілкого розпушування ґрунту його вміст був найменшим і становив відносно фонів живлення 266 та 280 мг/кг ґрунту.



Перед збиранням урожаю сої у всіх досліджуваних варіантах вміст рухомих сполук калію у ґрунті зменшився, причому мінімальні показники відповідали варіантам безполицевого обробітку ґрунту у сівозміні.

На початку весняної вегетації ячменю озимого в шарі ґрунту 0-40 см варіантів різноглибинного полицевого та безполицевого обробітків визначено збільшення вмісту рухомих сполук фосфору, порівняно з варіантами 3-5 за всіх фонів живлення, що відповідно склало 24,9-26,8 та 26,4 – 28,8 мг/кг ґрунту.

Найменші значення досліджуваного показника встановлено у варіанті одноглибинного мілкового розпушування на глибину 12-14 см – 19,9 на фоні  $N_{60}P_{60}$  та 21,6 мг/кг – на фоні  $N_{90}P_{60}$ . Це пояснюється тим, що мілке загортання післяжнивних решток сприяє переходу рухомих сполук фосфору в нерухомі форми у верхньому шарі ґрунту, який часто пересихає і не приймає активної участі у формуванні врожаю.

Вміст доступного фосфору в ґрунті перед збиранням урожаю ячменю озимого зменшився в усіх варіантах дослідження, незалежно від фону живлення (табл. 5.8).

За весняно-літній період максимальне зменшення рухомих сполук фосфору визначено у шарі ґрунту 0-40 см у варіантах різноглибинного полицевого та безполицевого обробітку на глибину 20-22 см на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  – на 32,6-36,2%,  $N_{90}P_{60}$  – на 25,0-29,2%, а за інших систем основного обробітку ґрунту зменшення цього показника відносно фонів живлення коливалося в межах 30,2-32,6 та 23,2-24,3%, відповідно.

На початку весняної вегетації культури у варіанті основного обробітку ґрунту з оранкою на глибину 20-22 см його вміст у шарі ґрунту 0-40 см відповідно до фонів живлення був найбільшим і склав 268 та 274 мг/кг ґрунту, дещо нижчим він був у варіанті різноглибинного безполицевого обробітку, а найменша його кількість містилася у ґрунті варіанту одноглибинного мілкового розпушування і відносно фонів живлення відповідно становила 240 та 242 мг/кг ґрунту.

Таблиця 5.8

**Вміст рухомих сполук фосфору та калію у шарі ґрунту 0-40 см залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення під ячмінь озимий, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Початок весняної вегетації		Перед збиранням урожаю	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Рекомендований – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub></b>						
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	26,8	268	17,1	245
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	24,9	259	16,8	240
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	19,9	240	13,9	226
4	Диференційована-1	12-14 (д)	23,9	258	16,1	234
5	Диференційована-2	8-10 (п)	22,6	260	15,2	233
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			10,9	4,0	8,2	3,1
<b>Підвищений – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub></b>						
1.	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	28,8	274	20,4	248
2.	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	26,4	264	19,8	244
3.	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	21,6	242	16,6	235
4.	Диференційована-1	12-14 (д)	25,9	260	19,6	242
5.	Диференційована-2	8-10 (п)	24,1	264	18,4	240
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>10,1</b>	<b>4,5</b>	<b>7,9</b>	<b>1,9</b>

Перед збиранням урожаю вміст рухомих сполук калію у ґрунті зменшився за всіх систем основного обробітку ґрунту, незалежно від фонів живлення.

Визначено збільшення рухомих сполук фосфору в період сходів сої у шарі ґрунту 0-40 см варіантів різноглибинного полицевого і безполицевого обробітків на глибину 25-27 см, що на фоні внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> становило 54,7 та 52,1 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну 55,2 та 52,9 мг/кг (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

**Вміст рухомих сполук фосфору та калію в шарі ґрунту 0-40 см залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення під сою, мг/кг ґрунту (середнє за 2011-2015 рр.)**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Сходи		Перед збиранням урожаю	
			фон живлення			
			N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + Ризогумін	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + Ризогумін
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
1	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	54,7	55,2	31,7	30,6
2	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	52,1	52,9	28,3	27,9
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	36,3	36,6	21,6	18,4
4	Диференційована-1	14 - 16	42,7	43,3	24,9	23,5
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	41,8	42,4	25,8	24,2
<i>Коефіцієнт варіації, %</i>			<b>16,6</b>	<b>16,8</b>	<b>14,3</b>	<b>18,6</b>
K <sub>2</sub> O						
1	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	280	290	228	226
2	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	278	286	222	222
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	258	255	210	208
4	Диференційована-1	14 - 16	274	273	218	220
5	Диференційована-2	14 - 16 (ч)	270	270	216	214
<i>Коефіцієнт варіації, %</i>			<b>3,2</b>	<b>5,1</b>	<b>3,1</b>	<b>3,2</b>

Мінімальні значення досліджуваного показника встановлено за дискового обробітку на глибину 12-14 см, що склало на фоні внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> – 36,3 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну – 36,6 мг/кг ґрунту. На період збирання врожаю вміст рухомих сполук фосфору у ґрунті досліджуваних варіантів зменшився.

Найменша різниця між витратами фосфору за весь вегетаційний період культури визначена за одноглибинного мілкового розпушування, де відповідно до фонів живлення, вона склала 14,7 та 18,2 мг/кг у шарі ґрунту 0-40 см, найбільша – у ґрунті варіантів різноглибинного безполицевого обробітку на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  – 23,8 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну – 25,0 мг/кг ґрунту.

Максимальний вміст рухомих сполук калію у шарі 0-40 см на початку вегетації культури визначено за різноглибинного обробітку з обертанням скиби на 25-27 см, що відповідно до фонів живлення склало 280 та 290 мг/кг ґрунту. В інших варіантах дослідів за дискового й чизельного обробітку його вміст у ґрунті становив на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  – 258; 278 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну 255; 286 мг/кг ґрунту.

У використанні доступного калію за весь вегетаційний період рослинами сої, залежно від факторів дослідів, значної різниці не виявлено. Визначено лише загальне зменшення цього показника в усіх варіантах дослідів, що пов'язано з виносом його урожаєм культури.

Вивчення сезонної динаміки вмісту рухомих фосфатів у ґрунті на початку вегетації та перед збиранням урожаю культур сівозміни, дозволило зробити висновки про залежність цього показника від попередника, доз добрив, інокулянтів та способів обробітку ґрунту.

В наших дослідів залишки післяживних решток після збирання сої, ячменю озимого та кукурудзи склали 3-4, 4-5 та 11-12 т/га при коефіцієнті їх використання 0,31, 0,20 та 0,30%, відповідно. Тому завдяки великій кількості органічної речовини за допомогою мінеральних добрив та зрошення розчинність фосфатів підвищувалася внаслідок значного підкислення ґрунтового розчину. Таким чином, рештки цих культур, як попередників, є поповненням в ґрунті рухомих форм фосфору.

У середньому по сівозміні-2 на початку вегетації досліджуваних культур за внесення добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  на 1 га сівозмінної площі вміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0-40 см склав 35,1 мг/кг ґрунту, а при внесенні  $N_{97,5}P_{60}$  та

обробкою насіння сої інокулянтами АБМ і Ризогуміном – 37,4 мг/кг ґрунту. На період збирання врожаю покращення мінерального фону сприяло збільшенню вмісту рухомого фосфору на 6,4 мг/кг ґрунту або на 21,4%. При цьому він склав 29,9 мг/кг ґрунту за внесення  $N_{97,5}P_{60}$  на 1 га сівозмінної площі та обробкою насіння сої інокулянтами, тоді як за системи живлення  $N_{75}P_{60}$  – тільки 23,5 мг/кг ґрунту.

Отримані дані свідчать про те, що за системи полицевого різноглибинного основного обробітку в сівозміні з різноглибинною оранкою під усі культури вміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0-40 склав при визначенні на початку вегетації 39,8 та 42,0 мг/кг ґрунту відповідно до систем живлення. За безполицевої системи основного обробітку з такою ж глибиною розпушування (варіант 2) та зменшення глибини обробітку до 12-14 см (варіант 3) його було менше на 3,8 та 25%, відповідно (рис. 5.2).

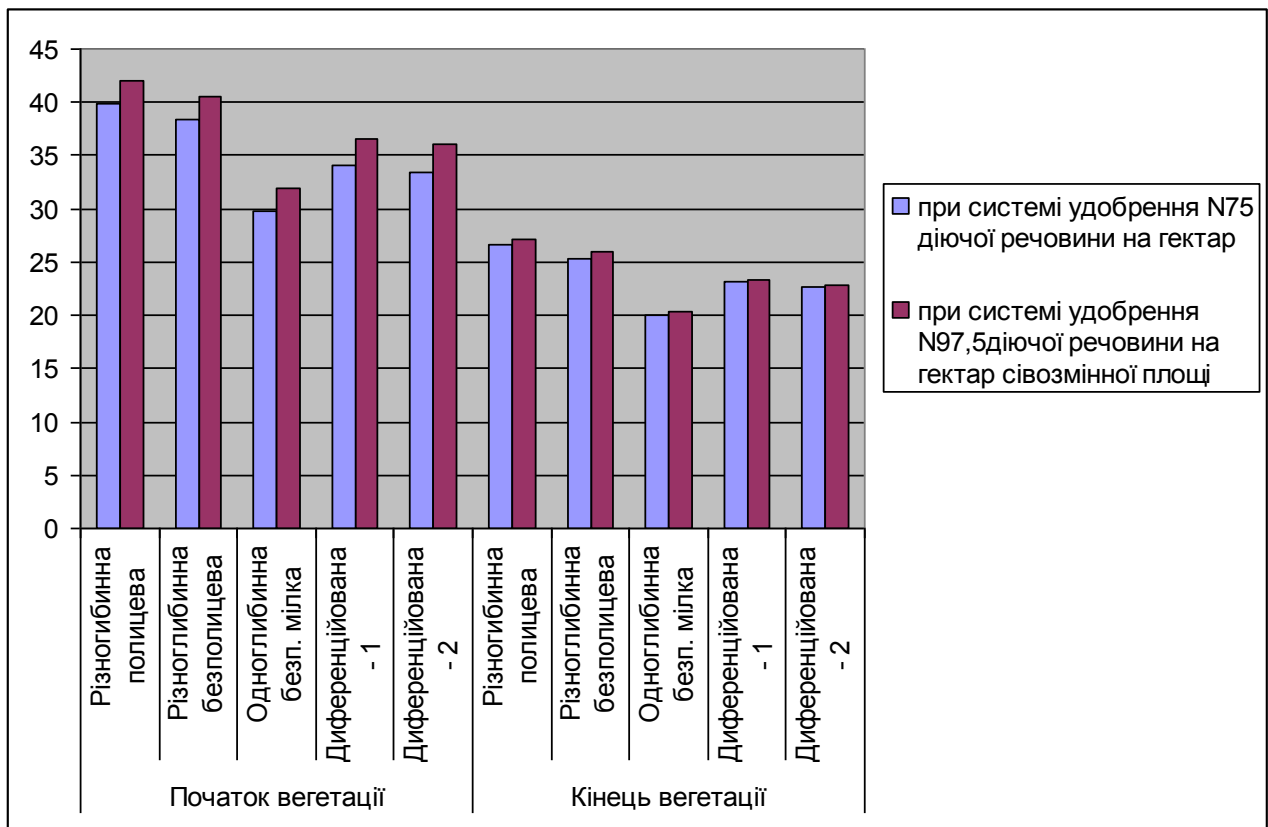
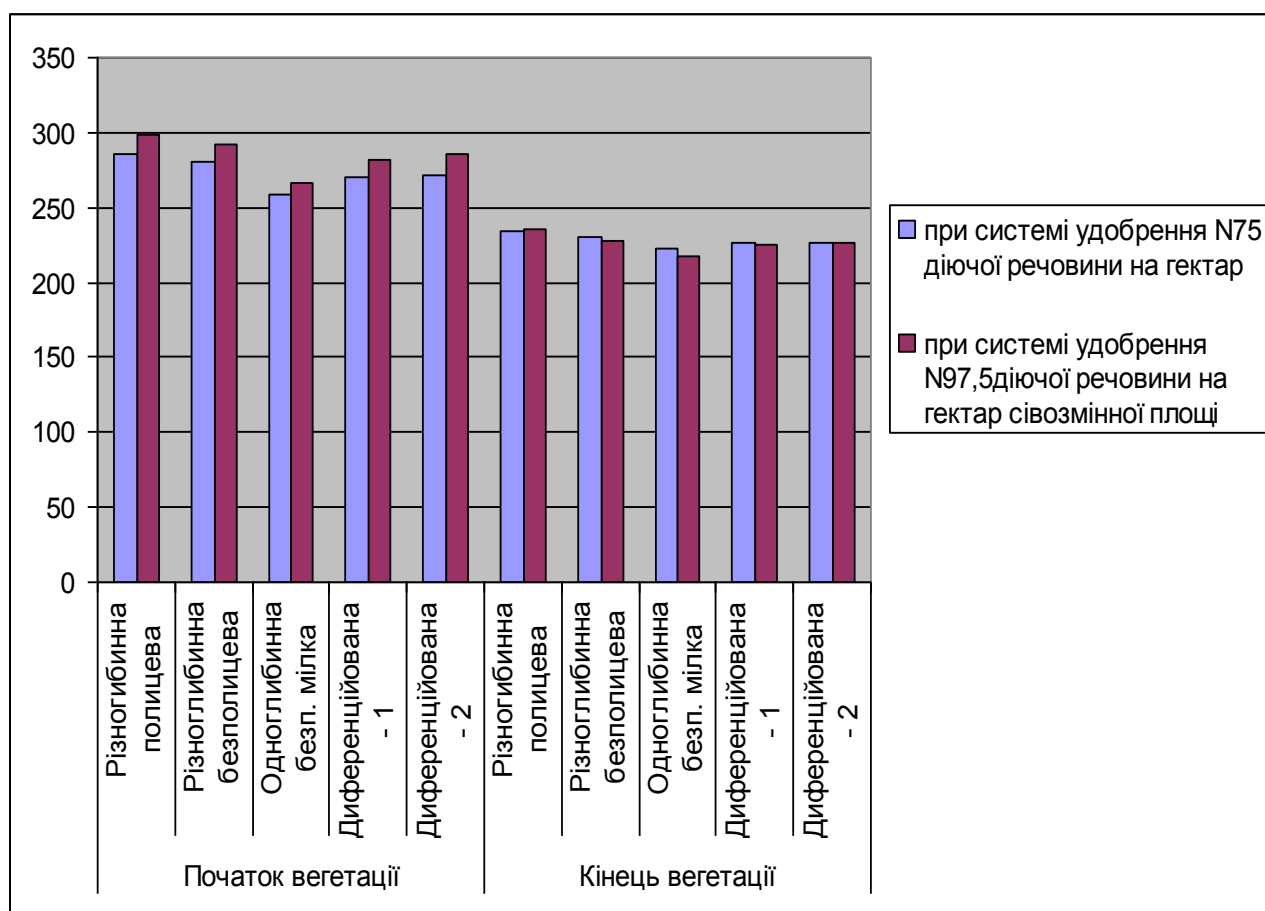


Рис. 5.2 Вміст рухомих сполук фосфору у шарі ґрунту 0-40 см за тривалого застосування різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні-2 на зрошенні, мг/кг ґрунту

Визначення вмісту доступного фосфору за варіантами основного обробітку ґрунту перед збиранням урожаю свідчить про те, що впродовж періоду вегетації його кількість зменшилася за рахунок споживання рослинами із закономірністю, яка спостерігалась і на початку вегетації.

Дані вмісту рухомих сполук калію у шарі ґрунту 0-40 см, одержані в наших дослідженнях на початку вегетації культур сівозміни, знаходилися в інтервалі від 240-290 мг/кг, що відповідало підвищеному ступеню забезпеченості за обох фонів живлення (рис. 5.3).



**Рис. 5.3 Вміст рухомих сполук калію у шарі ґрунту 0-40 см за тривалого застосування різних систем удобрення і основного обробітку ґрунту в сівозміні-2 на зрошенні, мг/кг ґрунту**

Аналіз вмісту  $K_2O$  у шарі ґрунту 0-40 см перед збиранням урожаю залежно від системи удобрення з внесенням  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  на 1 га сівозміної площі, показав абсолютно ідентичний його рівень в середньому по сівозміні, який

склав 228 та 227 мг/кг ґрунту. Тобто, різна кількість азотних добрив та обробка насіння інокулянтами не вплинула на вміст обмінного калію у ґрунті.

Серед культур сівозміни визначено найбільше використання рухомих сполук калію кукурудзою на зерно, що складало 20 та 27% за обох фонів живлення.

Найвищий вміст обмінного калію на початку вегетації був за системи різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби з глибиною розпушування від 20-22 до 28-30 см і склав в середньому по сівозміни 276 та 286 мг/кг ґрунту, відповідно обох систем удобрення.

Дещо меншим, на 4 та 6 одиниць, його вміст був і за системи різноглибинного основного обробітку без обертання скиби з такою ж глибиною розпушування ґрунту. У варіанті тривалого застосування одноглибинного мілкого безполицевого обробітку ґрунту (варіант 3) визначено найменший вміст обмінного калію – 254 та 264 мг/кг ґрунту, відповідно до систем удобрення. Це пояснюється тим, що органічні речовини решток попередника залишаються в поверхневому шарі ґрунту і впродовж тривалішого часу перетворюються в мінеральні елементи живлення, в тому числі і  $K_2O$ .

Високий вміст  $K_2O$  в ґрунті пояснюється також сприятливими умовами зволоження ґрунту, за рахунок підтримки вологості впродовж вегетації рослин сівозміни на рівні 70-75% НВ вегетаційними поливами.

За диференційованих систем обробітку ґрунту (варіанти 4 та 5) вміст обмінних форм калію збільшився, порівняно з одноглибинною мілкою безполицевою системою обробітку на 4,2-4,5%.

Перед збиранням урожаю вміст обмінного калію у шарі ґрунту 0-40 см знизився, водночас закономірності встановлені на початку вегетації стосовно систем обробітку ґрунту й удобрення, збереглися.

### **Висновки до розділу 5**

1. На початку вегетації кукурудзи, найвищий вміст нітратів у шарі ґрунту 0-40 см – 127,3 мг/кг забезпечило внесення добрив у дозі  $N_{120}P_{60}$  за оранки на

28-30 см в системі різноглибинного полицевого обробітку, а на фоні дози  $N_{180}P_{60}$  спостерігали максимальне їх збільшення у варіантах диференційованих систем основного обробітку з однією оранкою та щільуванням за ротацію сівозміни, де нітратів містилося 140,1 та 141,3 мг/кг ґрунту, що на 3,0 та 3,9% більше, ніж у ґрунті контрольного варіанту. Найменша кількість нітратів визначена за одноглибинного мілкового розпушування ґрунту, що відповідно до фонів живлення склало 81,5 та 120,2 мг/кг ґрунту. На початку вегетації нітрифікаційна здатність була вищою у ґрунті варіантів на підвищеному фоні живлення  $N_{180}$ , і коливалась в межах 83,9-87,8 мг/кг ґрунту. Протягом вегетації, за рахунок використання поживних речовин рослинами та промивання нітратного азоту за межі активного шару ґрунту, нітрифікаційна здатність у кінці вегетації кукурудзи значно зменшилася.

2. Найсприятливіші умови для накопичення нітратів на початку вегетації сої формувалися за дози добрив  $N_{60}P_{60}$  на фоні полицевого і безполицевого обробітку ґрунту та застосування інокулянта АБМ, за яких досліджуваний показник зріс на 12,8-16,5%. Вміст нітратів перед збиранням урожаю зменшився в усіх варіантах досліду з мінімальними показниками – 24,6 мг/кг на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$ , та 30,4 мг/кг – у ґрунті за одноглибинного мілкового розпушування (варіант 3) при застосуванні АБМ. У прямій залежності від вмісту нітратів як до, так і після компостування зразків знаходилася нітрифікаційна здатність, яка у варіантах з диференційованим обробітком становила – 72,0-73,7 мг/кг.

3. На початку весняної вегетації ячменю озимого, як вміст нітратів, так і нітрифікаційна здатність у шарі ґрунту 0-40 см були найвищими за різноглибинного полицевого обробітку з оранкою під ячмінь озимий на 20-22 см, із тенденцією до збільшення на підвищеному фоні живлення –  $N_{90}P_{60}$ . За мілкового безполицевого розпушування на глибину 12-14 см цей показник був найменшим.

4. На початкових етапах росту й розвитку сої у шарі ґрунту 0-40 см склалися найбільш сприятливі умови для накопичення нітратів за



різноглибинного полицевого та безполицевого обробітків. У фазу повної стиглості зерна сої цей показник зменшився в усіх варіантах досліду незалежно від фону живлення. Найменші значення встановлено за одноглибинного мілкого розпушування на 12-14 см на фоні внесення  $N_{60}P_{60}$  – 85,5 мг/кг, а при застосуванні на цьому фоні Ризогуміну – 97,4 мг/кг ґрунту. Впродовж весняно-літньої вегетації за рахунок використання поживних речовин рослинами та промивання нітратного азоту за межі активного шару ґрунту, як вміст нітратів, так і нітрифікаційна здатність ґрунту зменшилися і на період збирання врожаю досягли свого мінімуму.

5. За системи полицевого різноглибинного основного обробітку в сівозміні з різноглибинною оранкою під усі культури вміст рухомого фосфору в шарі ґрунту 0-40 склав при визначенні на початку вегетації 39,8 та 42,0 мг/кг ґрунту відповідно до систем живлення. За безполицевої системи основного обробітку з такою ж глибиною розпушування (варіант 2) та зменшення глибини обробітку до 12-14 см (варіант 3) його було менше на 3,8 та 25%, відповідно

6. Найвищий вміст обмінного калію на початку вегетації був за системи різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби з глибиною розпушування від 20-22 до 28-30 см і склав в середньому по сівозміні 276 та 286 мг/кг ґрунту, відповідно обох систем удобрення. Дещо меншим його вміст був і за системи різноглибинного основного обробітку без обертання скиби з такою ж глибиною розпушування ґрунту. У варіанті тривалого застосування одноглибинного мілкого безполицевого обробітку ґрунту (варіант 3) визначено найменший вміст обмінного калію – 254 та 264 мг/кг ґрунту, відповідно до систем удобрення. Це пояснюється тим, що органічні речовини решток попередника залишаються в поверхневому шарі ґрунту і впродовж тривалішого часу перетворюються в мінеральні елементи живлення, в тому числі і  $K_2O$ .

## РОЗДІЛ 6

### НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ ЗА УМОВ ЗРОШЕННЯ

Завданням основного обробітку ґрунту є загортання післяжнивних решток, органічних добрив, накопичення вологи за осінньо-зимовий і збереження її запасів в ранньовесняний період, поліпшення структури посівного шару для якісного висівання насіння і доступу до нього вологи й повітря, що забезпечує сприятливі умови для його проростання, боротьби з однорічними та багаторічними бур'янами, а також обмеження поширення хвороб і шкідників [110, 138, 370].

#### **6.1 Видовий склад бур'янів та забур'яненість посівів досліджуваних культур у короткоротаційних сівозмінах залежно від систем основного обробітку ґрунту**

Для умов зрошення Південного Степу України недостатньо розробок з питань вивчення впливу систем основного обробітку ґрунту з використанням безполицевих – чизельних, фрезерних та особливо комбінованих знарядь на зміну основних елементів родючості, ступінь забур'янення посівів, продуктивності сільськогосподарських культур та якості їх продукції [7, 408]. Одним із резервів забезпечення отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур, підвищення якості вирощуваної продукції та прибутковості виробництва є здійснення комплексу заходів боротьби з бур'янами, які необхідно проводити постійно та цілеспрямовано з використанням агротехнічних, біологічних і хімічних методів. Багаторічними дослідженнями наукових установ у Степовій зоні України встановлено, що

науково обґрунтована система основного, передпосівного та міжрядного обробітку ґрунту сприяє зниженню забур'яненості на 45-50% [226, 415, 426].

В період відновлення весняної вегетації в посівах пшениці озимої було виявлено однорічні зимуючі бур'яни: грицики звичайні (*Capsella bursa pastoris*) – 69,4%, кучерявець Софії (*Descurania Sophia*) – 20,7% та однорічні ярі – Вероніка плющелиста (*Veronica hederifolia*) – 9,9%. Перед збиранням пшениці озимої також переважали однорічні ярі та пізні форми (61,7%) – паслін чорний (*Solanum nigrum*), лобода біла (*Chenopodium album*), щириця загнута (*Amaranthus retroflexus*), портулак городній (*Portulaco oleracea*), гірчак березковидний (*Polyconum convolvulus*). Серед багаторічних (38,3%) поширені березка польова (*Convolvulus arvensis*) та осот польовий (*Sonchus arvensis*).

Встановлено, що системи обробітку ґрунту без обертання скиби з проведенням під пшеницю озиму чизельного та дискового обробітку (варіанти 2, 3, 4, 5) на початку вегетації культури призвели до підвищення забур'яненості посівів в 1,3-1,7 рази, особливо у 2009 та 2010 рр. (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Забур'яненість посівів пшениці озимої залежно від систем основного обробітку темно-каштанового ґрунту у сівозміні-1, шт./м<sup>2</sup>**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	На початку вегетації				Перед збиранням врожаю			
			2007 р.	2008 р.	2009 р.	2007-2009 рр.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2008-2010 рр.
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	12,7	2,8	70,0	28,5	1,2	4,0	8,4	4,5
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	19,2	7,2	71,0	32,5	4,8	5,6	10,4	6,9
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	22,7	6,8	110,5	46,7	3,6	7,2	14,4	8,4
4	Диференційована-1	12-14 (д)	23,6	9,0	72,5	35,0	4,0	5,6	9,6	6,4
5	Диференційована-2	8-10 (п)	25,1	8,1	78,5	37,2	4,4	5,6	9,2	6,4
НІР <sub>05</sub> , шт./м <sup>2</sup>			1,9	0,6	3,2	2,9	0,9	0,3	0,5	0,5
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>23,9</b>	<b>35,1</b>	<b>21,2</b>	<b>19,9</b>	<b>39,3</b>	<b>20,2</b>	<b>22,6</b>	<b>19,7</b>

Максимальна забур'яненість у середньому за 2007-2010 рр., визначена у варіанті дискового обробітку на 12-14 см в системі безполицевого мілкого одноглибинного розпушування в сівозміні (варіант 3), перевищуючи контроль (оранка на 20-22 см) на 27,3 шт./м<sup>2</sup> або на 74,0%.

Системи основного обробітку, що впродовж тривалого часу застосовували у сівозміні, мали суттєвий вплив на формування забур'яненості посівів сої, а способи безполицевого обробітку, особливо мілкого одноглибинного, призводили до подальшого зростання кількості бур'янів. Так, проведення дискового розпушування на 12-14 см у системі мілкого обробітку ґрунту без обертання скиби (варіант 3) призвело до підвищення забур'яненості посівів при визначенні у фазі сходів в середньому в 2,2 рази (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Забур'яненість посівів сої за різних систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційній сівозміні-1 на зрошенні, шт./м<sup>2</sup>**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Початок вегетації				Перед збиранням урожаю			
			2008 р.	2009 р.	2010 р.	2008-2010 рр.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2008-2010 рр.
1	Полицева різноглибинна	23-25 (о)	54,0	26,8	19,2	33,3	22,0	2,0	12,4	12,1
2	Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	96,0	48,0	39,6	61,2	25,6	3,6	14,8	14,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	110,4	60,4	47,6	72,8	38,0	4,8	20,8	21,2
4	Диференційована-1	12-14 (д+щ)	66,4	47,2	27,6	47,1	25,2	3,2	13,6	14,0
5	Диференційована-2	14-16 (ч)	65,6	45,2	36,0	48,9	22,8	3,2	14,4	13,5
НІР <sub>05</sub> , шт./м <sup>2</sup>			5,8	3,2	2,5	3,8	2,6	0,5	2,1	1,4
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>30,1</b>	<b>24,5</b>	<b>32,2</b>	<b>27,7</b>	<b>23,1</b>	<b>29,8</b>	<b>21,4</b>	<b>25,0</b>

Застосування дискового обробітку на 12-14 см зі щільуванням до 40 см та збільшення глибини дискового розпушування до 14-16 см за систем

диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 4, 5) сприяло зниженню забур'яненості посівів сої, порівняно з систематичним безполицевим глибоким і мілким обробітком, разом з тим її рівень був вищим за контроль – оранку на 23-25 см в системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні. Перед збиранням урожаю забур'яненість посівів була істотно нижчою у всіх варіантах дослідів, водночас, закономірність визначена у весняний період, збереглася.

У видовому складі бур'янів при визначенні забур'яненості посівів на початку вегетації були поширені однорічні зимуючі та ярі – 97,9%: латук дикий, плоскуха звичайна, амброзія полинолиста, паслін чорний, щириця загнута. Серед багаторічних спостерігали берізку польову, яка в структурі забур'яненості займала 2,1%. Перед збиранням урожаю видовий склад бур'янів залишився беззмінним.

Проведення дискового розпушування на 12-14 см в системі мілкового одноглибинного безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні призвело до підвищення забур'яненості посівів кукурудзи в середньому в 2,3, а навесні 2010 року – в 3,5 рази, що було пов'язано з підвищеною кількістю атмосферних опадів.

Застосування чизельного обробітку на 28-30 см в системі різноглибинної безполицевої системи обробітку та оранки на 20-22 і 28-30 см на фоні диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 2, 4, 5) також призвело до зростання забур'яненості, порівняно з контролем, в 2,6-3,0 рази у 2010 році та в 1,6-1,9 рази в середньому за 2008-2010 рр. (табл. 6.3).

Проведення хімічної обробки та міжрядних культивацій на початкових фазах розвитку рослин сприяло зниженню забур'яненості посівів вегетуючими бур'янами в усіх варіантах дослідів, але закономірність, виявлена у фазу сходів, збереглась і перед збиранням урожаю.

Серед видового складу найбільш поширеними були однорічні ярі бур'яни (99,4%): амброзія полинолиста, портулак городній, лобода біла, щириця загнута. Багаторічна рослинність (0,6%) представлена березкою польовою та осотом рожевим.

Результатами досліджень фітосанітарного стану посівів ріпаку ярого залежно від варіантів досліду визначено їх вплив на показник забур'яненості посівів. Так, оранка на глибину 25-27 см під ріпак в системі різноглибинного полицевого обробітку забезпечила зниження забур'яненості посівів, порівняно з системою обробітку ґрунту, за якої тривалий час застосовувалося безполіцеве розпушування.

Таблиця 6.3

**Забур'яненість посівів кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту у короткоротаційній сівозміні-1 на зрошенні, шт./м<sup>2</sup>**

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	На початку вегетації				Перед збиранням урожаю			
			2008 р.	2009 р.	2010 р.	2008-2010 рр.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2008-2010 рр.
1	Поліцева різноглибинна	28-30 (о)	66,0	15,2	14,8	32,0	6,8	8,0	4,4	6,4
2	Безполіцева різноглибинна	28-30 (ч)	87,2	21,6	44,8	51,2	12,0	14,4	10,8	12,4
3	Безполіцева одноглибинна мілка	12-14 (д)	138,0	27,6	51,2	72,3	18,4	16,0	15,2	16,5
4	Диференційована-1	20-22 (о)	131,2	18,0	38,4	62,5	11,2	9,6	8,4	9,7
5	Диференційована-2	28-30 (о)	117,2	18,8	38,4	58,1	7,6	8,8	10,4	8,9
НІР <sub>05</sub> , шт./м <sup>2</sup>			7,2	1,9	1,2	2,5	1,8	0,9	0,3	0,7
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>28,3</b>	<b>23,5</b>	<b>36,7</b>	<b>27,5</b>	<b>41,1</b>	<b>31,2</b>	<b>39,2</b>	<b>35,7</b>

На початку вегетації ріпаку кількість бур'янів у контролі в 2010 році була на 67,9% меншою, а в середньому за 2008-2010 рр. – на 57,4%, порівняно з варіантом систематичного мілкового (12-14 см) безполіцевого обробітку. Застосування диференційованих систем основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 4, 5) призвело підвищення забур'яненості на 82,2-88,3% в середньому за роки проведення досліджень (табл. 6.4).

Перед збиранням ріпаку загальна кількість бур'янів у зв'язку з внесенням гербіциду значно зменшилась на всіх ділянках, але тенденція до більш високої забур'яненості посівів у варіантах безполіцевого обробітку ґрунту збереглась,

що пов'язано з підвищеною потенційною забур'яненістю у варіантах безполицевих способів основного обробітку.

Таблиця 6.4

**Забур'яненість посівів ріпаку ярого за різних систем основного обробітку ґрунту у сівозміні-1 на зрошенні, шт./м<sup>2</sup>**

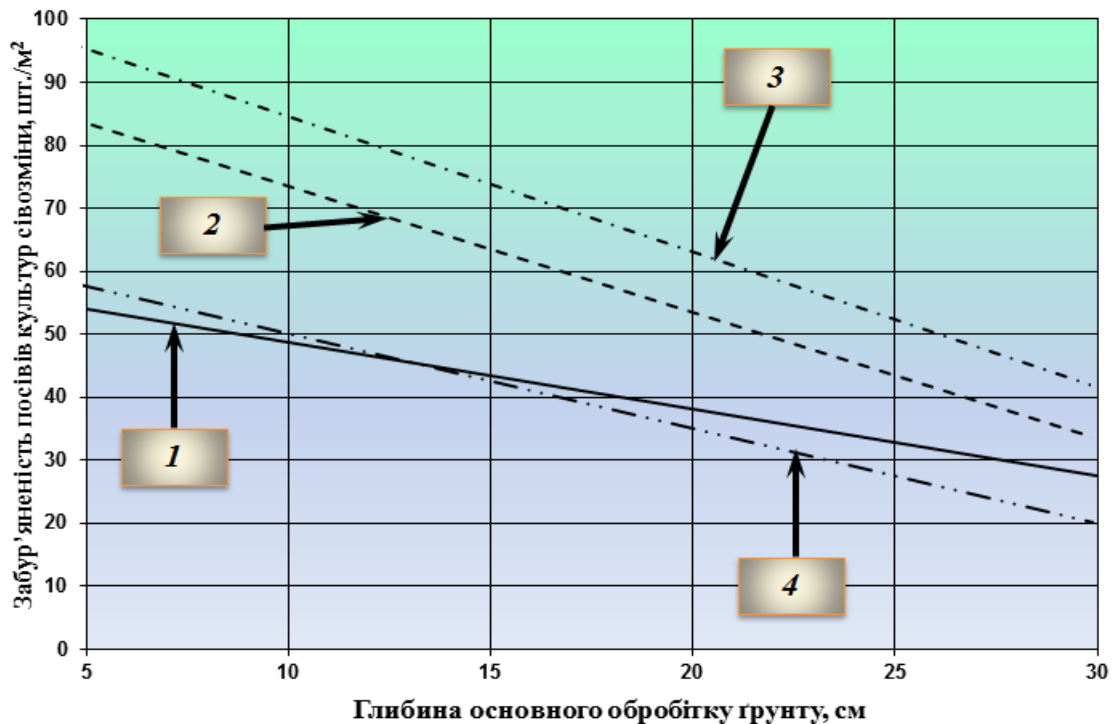
№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	На початку вегетації				Перед збиранням урожаю			
			2008 р.	2009 р.	2010 р.	2008-2010 рр.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2008-2010 рр.
1	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	29,6	18,6	10,8	19,7	9,6	5,6	4,8	6,7
2	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	48,8	23,6	24,8	32,4	10,0	7,6	7,2	8,3
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	69,9	35,6	33,6	46,4	18,4	10,8	9,6	12,9
4	Диференційована-1	14-16 (ч)	76,4	20,4	14,4	37,1	13,2	6,0	6,8	8,7
5	Диференційована-2	14-16 (ч)	71,2	22,6	14,0	35,9	15,2	7,6	6,4	9,7
НІР <sub>05</sub> , шт./м <sup>2</sup>			3,1	1,7	2,6	2,1	1,2	0,6	0,5	0,9
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>33,1</b>	<b>27,5</b>	<b>48,5</b>	<b>28,2</b>	<b>27,8</b>	<b>27,3</b>	<b>24,9</b>	<b>24,1</b>

Серед видового складу бур'янів навесні переважали однорічні рослини – 70,5% (амброзія полинолиста, паслін чорний, щиріця загнута). Багаторічні бур'яни представлені берізкою польовою та осотом рожевим. Впливу способів і систем основного обробітку ґрунту на тип забур'яненості не встановлено.

Шляхом кореляційно-регресійного аналізу здійснено моделювання забур'яненості посівів залежно від глибини основного обробітку ґрунту на початку та перед збиранням урожаю досліджуваних культур короткоротаційної сівозміни-1 на зрошенні (рис. 6.1, 6.2).

Найвищий рівень забур'яненості досліджуваних культур сівозміни визначено при вирощуванні кукурудзи та сої, коли за глибини основного обробітку ґрунту менше 15 см цей показник підвищувався до 65-95 шт./м<sup>2</sup>.

Найменше значення розрахункової забур'яненості у межах 20-28 шт./м<sup>2</sup> були при вирощуванні ріпаку ярого, особливо за збільшення глибини основного обробітку ґрунту до 25 см і глибше. Тіснота кореляційного зв'язку була середньою у пшениці озимій ( $R^2=0,6873$ ) та високою ( $R^2=0,7152-8712$ ) – у інших культур.



Примітки: 1 – пшениця озима ( $y = -1,0588x + 59,145$ ;  $R^2 = 0,6873$ )  
 2 – соя ( $y = -2,0494x + 94,014$ ;  $R^2 = 0,7152$ )  
 3 – кукурудза ( $y = -2,1841x + 104,74$ ;  $R^2 = 0,8712$ )  
 4 – ріпак ярий ( $y = -1,5576x + 65,831$ ;  $R^2 = 0,8188$ )

**Рис. 6.1 Математична модель забур'яненості посівів культур сівозміни-1 на початку вегетаційного періоду залежно від глибини основного обробітку ґрунту**

Перед збиранням урожаю встановлено істотне зниження забур'яненості при вирощуванні усіх культур короткоротаційної сівозміни-1 на зрошенні (рис. 6.2). Так, найменшим даний показник виявився у пшениці озимій – він знаходився в межах від 6 до 11 шт./м<sup>2</sup>. Найбільшу забур'яненість встановлено у посівах сої, особливо за зменшення глибини основного обробітку ґрунту до 12-14 см і менше, коли даний показник зростав до 24-36 шт./м<sup>2</sup>.



Коефіцієнт кореляції знаходився у середньому ступеню тісноти зв'язків – 0,04953-0,6755. Це свідчить про послаблення дії глибини основного обробітку ґрунту на забур'яненість посівів досліджуваних культур сівозміни перед збиранням урожаю.

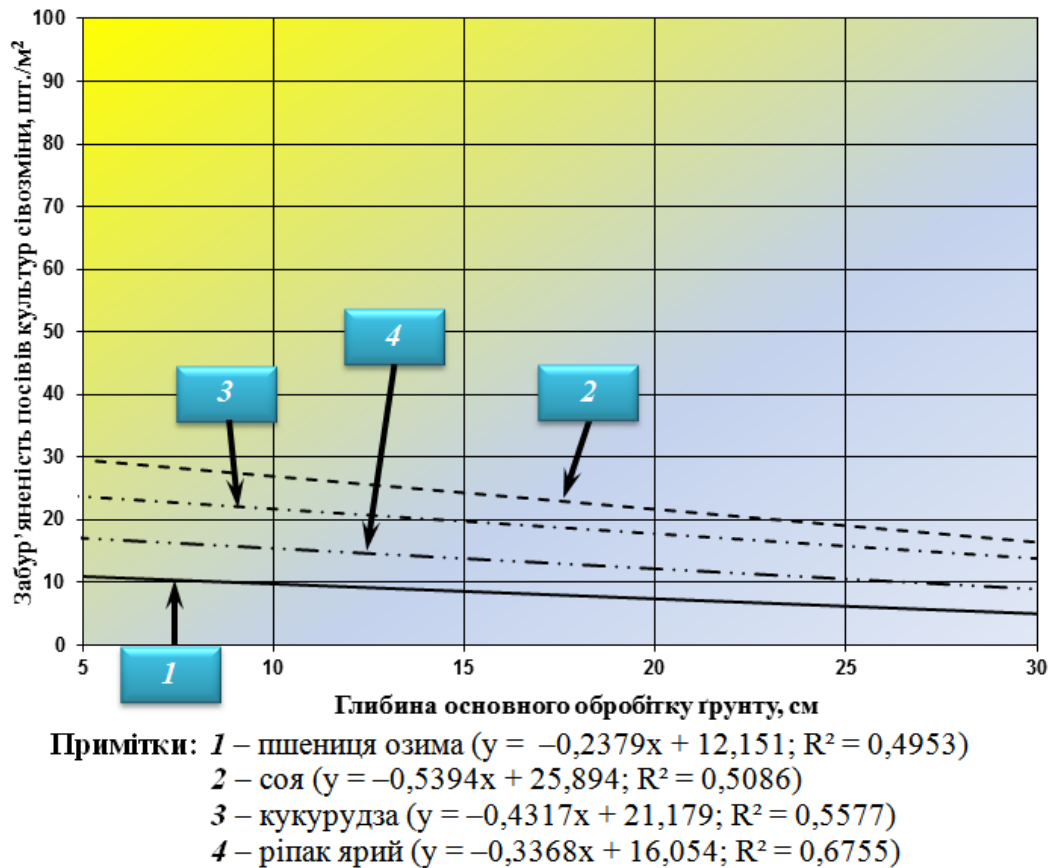


Рис. 6.2 Математична модель забур'яненості посівів культур сівозміни перед збиранням урожаю залежно від глибини основного обробітку ґрунту

## 6.2 Розробка заходів підвищення ефективності використання пестицидів при вирощуванні зернових культур у короткоротаційних сівозмінах

Недостатній рівень виробництва продукції рослинництва, який спостерігається останнім часом в Україні є результатом недотримання технологічної дисципліни при вирощуванні сільськогосподарських культур, а саме порушення сівозмін, відсутність необхідних добрив, відхилення від регламентів застосування засобів захисту рослин [28, 110, 398].

Для розробки елементів системи інтегрованого захисту кукурудзи на зерно впродовж 2006-2010 рр. на зрошуваних землях дослідного поля Інституту зрошуваного землеробства НААН були проведені польові та лабораторні дослідження з вивчення ефективності застосування пестицидів проти грибних хвороб та комплексу ґрунтових шкідників. Досліджували протруйники: фунгіцидний – Корріоліс, т.к.с, інсектицидні – Космос 250, т.к.с, Круїзер 350 FS, т.к.с. і Семафор 20 ST, т.к.с. Попередником кукурудзи була соя. Повторність ділянок у досліді чотириразова. Розмір облікових ділянок становив 100 м<sup>2</sup>.

Агротехніка вирощування кукурудзи на зерно була загальноновизнана для зони зрошення Південного Степу України. Перед сівбою в усіх варіантах внесли гербіцид Фронт'єр Оптима (1,2 л/га). Зрошення проводили за допомогою дощувальної машини ДДА-100 МА. Зрошувальна норма складала 1200 м<sup>3</sup>/га (сходовикликаючий полив 200 м<sup>3</sup>/га і 2 поливи по 500 м<sup>3</sup>/га у фазу цвітіння та формування зерна).

При вивченні впливу дії протруйників на посівні якості насіння кукурудзи впродовж 2006-2008 рр. негативного впливу на розвиток сходів та молодих рослин не відмічено. У насіння, обробленого цими протруйниками, енергія проростання була на 4,9-7,5% вища, порівняно з контролем. Лабораторна та польова схожість протруєного насіння була відповідно на 5,7-7,8 і 5,9-7,8% вища за контроль (табл. 6.5).

Застосування протруйника Корріоліс надійно захищало насіння та проростки кукурудзи від пліснявіння. Так, в середньому за три роки дослідження (2006-2008 рр.) ефективність захисту насіння від пліснявіння досягала 98%.

Серед хвороб кукурудзи в роки досліджень господарське значення мали пухирчаста сажка (*Ustilago zeaе Beckm.*) та фузаріозна гниль стебел (*Fusarium moniliforme*, *F. gibbosum*). Ураження рослин цими збудниками хвороб у варіантах без захисту становило, відповідно 3,42 і 9,4 та 4,8 і 11,8%.

Результати обліків у середньому за 2006-2010 рр. свідчать про те, що обробка насіння протруйником Корріоліс сприяла зменшенню ступеню ураження рослин кукурудзи стебловими гнилями у 5,9-6,6 рази, а в 2010 році – в 6,2-9,0 рази. Ефективність протруйника Корріоліс проти пухирчастої сажки кукурудзи у 2006-2010 рр. складала 77,6-87,7% та 72,9-87,7% у 2010 році.

Таблиця 6.5

**Вплив протруйників на посівні якості насіння кукурудзи, %  
(середнє за 2006-2008 рр.)**

№ з/п	Протруйник	Норма витрати препарату, л/т	Енергія проростання (на 3-й день), %	Лабораторна схожість (на 7-й день), %	Польова схожість, %
1	Контроль (без хімічного захисту)	–	76,8	87,2	84,9
2	Корріоліс, т.к.с. + Круізер 350 FS, т.к.с.	6,0 0,2	84,3	95,0	92,7
3	Корріоліс, т.к.с. + Космос 250, т.к.с.	0,2 4,0	82,5	93,4	91,5
4	Корріоліс, т.к.с. + Семафор 20 ST, т.к.с.	0,2 2,0	81,7	92,9	90,8
НІР <sub>05</sub> , %			4,81	3,57	3,43

Насіння та сходи кукурудзи в зрошуваних умовах щорічно пошкоджують дротяники. Серед них найбільш поширені личинки коваликів: степового (*Agriotes gurgistanus* Faid.), широкого (*Selatosomus latus* L), бурого (*Melanotus brunripes* Germ.), червоно-бурого (*Vefanopus fusciceps* Gull.) та посівного (*Agriotes sputator* L). Спостереження за розвитком відмічених фітофагів свідчить, що їх чисельність та шкодочинність у посівах кукурудзи на зрошуваних землях, відповідно в 3,8 і 3,5 рази вище, порівняно з незрошуваними ділянками (табл. 6.6).

У 2006-2010 рр. заселеність дротяниками перед сівбою кукурудзи становила 100% з чисельністю шкідників 3,6-4,9 екз./м<sup>2</sup>, у 2010 р. – 2,6-4,0 екз./м<sup>2</sup>. Меншу ступінь поширення мали такі фітофаги, як: піщаний мідляк (*Opatrum sabulosum* F.) та сирій (*Tanumecus palliates* F.) і південний сирій (*Tanumecus palliates* Gyll.) довгоносики. Чисельність їх у роки проведення досліджень була нижче порогової.

**Ефективність застосування протруйників насіння кукурудзи проти шкідників та хвороб, середнє за 2006-2010 рр.**

№ з/п	Протруйник	Норма витрати препарату, л, т/га	Ураження рослин, %		Ефективність, %		Пошкодження дротяниками, %		Ефективність, %	
			стеблові гнилі	пухирчаста сажка	стеблові гнилі	пухирчаста сажка	насіння	рослини	% насіння, що загинуло	зниження запасу дротяників
1	Контроль (без хімічного захисту)	–	<u>9,4</u> 11,8	<u>3,42</u> 4,80	–	–	<u>7,5</u> 5,7	<u>3,9</u> 2,9	<u>2,8</u> 2,7	–
2	Корріоліс + Круїзер 350 FS, т.к.с.	0,2 6,0	<u>1,43</u> 1,90	<u>0,46</u> 0,59	<u>84,8</u> 83,9	<u>86,1</u> 87,7	<u>1,0</u> 1,1	<u>1,2</u> 0,9	<u>0,1</u> 0,3	<u>87,1</u> 87,7
3	Корріоліс + Космос 250, т.к.с.	0,2 4,0	<u>1,57</u> 1,30	<u>1,45</u> 1,78	<u>83,3</u> 88,9	<u>77,6</u> 76,9	<u>1,5</u> 1,5	<u>1,6</u> 1,4	<u>0,2</u> 0,6	<u>85,8</u> 85,4
4	Корріоліс + Семафор 20 ST, т.к.с.	0,2 2,0	<u>1,49</u> 1,60	<u>0,42</u> 0,67	<u>75,5</u> 79,6	<u>87,7</u> 86,0	<u>1,3</u> 1,7	<u>1,2</u> 1,0	<u>0,3</u> 0,5	<u>83,3</u> 84,6

**Примітки:** чисельник – середнє за 2006-2010 рр. знаменник-2010 р.

Кращу ефективність проти дротяників проявив протруйник Круїзер 350 FS, т.к.с. Так, чисельність шкідника зменшилась у середньому за 2006-2010 рр. на 87,1% та в 2010 р. на 87,7%. Кількість насіння, що загинуло, відповідно, з 2,7 до 0,3%. Пошкодженість молодих рослин у роки досліджень зменшилась, відповідно, в 7,5 та 3,25 рази, що сприяло збереженню 1,05 т/га зерна у 2006-2010 рр., у 2010 році – 0,96 т/га.

Протруйник насіння Космос дещо поступався за ефективністю Круїзеру. Так, середня технічна ефективність за роки досліджень становила 85,8%. Найнижчу ефективність проявив протруйник Семафор (83,3% у 2006-2010 рр. і 84,6 у 2010 році). Кількість збереженого зерна у варіантах цих протруйників становила, відповідно, 0,91 і 0,86 т/га. При аналізі зерна кукурудзи в токсикологічній лабораторії залишків пестицидів не виявлено.

Під час виробничого впровадження в умовах ДП ДГ «Асканійське» Інституту зрошуваного землеробства НААН (Каховський район Херсонської області) високу ефективність комплексного захисту посівів кукурудзи від

грунтоживучих і наземних шкідників (дротяники, чорниші, довгоносики) та грибних хвороб (пліснявіння насіння, пухирчаста сажка, стеблові гнилі) проявила бакова суміш протруйників Корріоліс і Круїзер 350 FS (0,2-6,0 л/т насіння). Виробниче випробування суміші інсектицидного та фунгіцидного протруйників на площі надійно захистило посіви кукурудзи від комплексу шкідливих організмів, що сприяло збереженню від втрат 0,93 т/га зерна.

Дослідження з визначення ефективності в боротьбі з бур'янами гербіциду Пік 75 WG, в.г. в посівах пшениці озимої і кукурудзи, поряд з іншими препаратами, проводили у короткоротаційній сівозміні за умов зрошення на дослідному полі Інституту зрошеного землеробства НААН. При закладці досліду і проведенні досліджень керувались загально визнаною методикою Б. А. Доспехова [112] та спеціальними методиками випробування і застосування пестицидів [252]. Повторність в дослідах була чотириразовою, площа посівної ділянки 20 м<sup>2</sup>, облікової – 15 м<sup>2</sup>. Гербіциди вносили за допомогою ранцевого обприскувача. Агротехніка вирощування – загально визнана для умов зрошення Південного Степу України. Облік урожаю виконувався вручну з усієї облікової площі ділянки. Поливи проводилися дощувальним агрегатом ДДА-100 МА за вологості ґрунту в шарі 0-70 см 75% НВ. При вирощуванні кукурудзи на зерно (гібрид Дніпровський 310, норма висіву – 85 тис. штук насінин на 1 га) в короткоротаційній сівозміні вивчали ефективність застосування гербіцидів для боротьби з бур'янами за такою схемою:

1. Контроль (без гербіцидів).
2. Мілагро 040 SC, к.е.
3. Пік 75 WG, в.г.
4. Банвел 4S 480 SL, в.р.к. + Мілагро 040 SC, к.е.

Облік забур'яненості проводили згідно методики дослідної справи [157]. Хімічне прополювання посіву проводили у фазу 5 листків у кукурудзи. Ефективність дії гербіцидів оцінювали через 30 днів після внесення.

Видовий і кількісний склад бур'янів на момент обробки гербіцидами був

наступним: щирія загнута – 26,1 шт./м<sup>2</sup> (38,9%); паслін чорний – 14,6 шт./м<sup>2</sup> (18,8%); плоскуха звичайна – 17,3 шт./м<sup>2</sup> (22,3%); латук татарський – 6,3 шт./м<sup>2</sup> (8,1%); осот рожевий – 7,8 шт./м<sup>2</sup> (10,0%); інші види – 5,4 шт./м<sup>2</sup> (6,9%). Всього бур'янів в посівах кукурудзи налічувалось 77,5 шт./м<sup>2</sup> (100%).

Аналіз одержаних експериментальних даних свідчить про високу ефективність гербіцидів у боротьбі з бур'янами в посівах кукурудзи. Їх застосування знизило забур'яненість в діапазоні від 96,9 до 98,4%, порівняно з необробленим контролем (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

**Вплив гербіцидів та їх сумішок на забур'яненість посівів і врожайність  
зерна кукурудзи, середнє за 2004-2006 рр.**

№ з/п	Варіант дослідю	Норма внесення, гербіцидів л, кг/га	Забур'яненість шт./м <sup>2</sup>		% зниження до контролю	Урожайність, т/га	Приріст врожаю		
			початкова	через 30 днів			т/га	%	
1.	Контроль	–	77,5	73,0	–	5,62	–	–	
2.	Мілагро 040 SC, к.е.	1,1	77,5	2,4	96,9	5,97	0,35	5,9	
3.	Пік 75 WG, в.г.	0,02	77,5	1,2	98,4	6,19	0,57	9,3	
4.	Банвел 48 4S 480 SL, в.р.к.+ Мілагро 040 SC, к.е. і	0,4+1,0	77,5	2,2	97,2	6,03	0,41	6,8	
						НІР <sub>05</sub> , т/га	0,06		

Урожайність зерна у варіанті, де був внесений гербіцид Мілагро 040 SC, к.е., становила 5,97 т/га, на ділянках з внесенням суміші препаратів Банвел 4S 480 SL, в.р.к. + Мілагро 040 SC, к.е. – підвищилася до 6,03 т/га, а препарату Пік 75 WG, в.г – до 6,19 т/га, або на 9,3% більше за необроблений контроль – 5,62 т/га.

Посіви кукурудзи на зрошенні в останні роки значно пошкоджуються стебловим метеликом та бавовниковою совкою. Мікроклімат на зрошуваних полях сприяє масовому їх розмноженню та збільшенню шкодочинності. На тих полях кукурудзи, де не застосовували біологічних та хімічних засобів захисту, пошкодженість качанів досягла 70%. Ефективними прийомами боротьби із

зазначеними шкідниками є дворазовий випуск трихограми під час відкладання яєць самками та застосування ефективних інсектицидів за масового відродження гусениць.

Хімічний захист кукурудзи за допомогою механіко-термічного аерозольного генератора «Магдар» проводили в ЗАТ «Фрідом фарм Інтернешнл» Горностаївського району Херсонської області. Температура повітря під час обробки коливалася від 18,3 до 22°C, відносна вологість повітря складала 51-66%.

Застосування препарату Децис Форте 12,5%, к.е. з нормою витрати 0,08 л/га і робочої рідини 2,0 л/га на посівах кукурудзи сприяло зменшенню чисельності гусениць бавовникової совки та кукурудзяного метелика на 83,5 і 91,2%, що дало можливість зберегти від втрат 0,52-0,59 т/га зерна кукурудзи (урожайність становила 10,27 т/га). Дані ефективності дії інсектицидів при застосуванні їх за допомогою штангового тракторного обприскувача «Харді» аналогічні результатам, одержаним при обприскуванні кукурудзи за допомогою аерозольного генератора.

Під час захисту посівів сої від павутинного кліща за допомогою аерозольного генератора у виробничих дослідках цього ж господарства найбільшу ефективність одержано при застосуванні 20% к.е. Флумаїта з нормою витрати акарициду 0,5 л/га (96,7%), що сприяло збереженню на кожному гектарі 0,37 т зерна (урожайність 3,45 т/га). Аналогічні результати одержано при внесенні препарату за допомогою тракторного штангового обприскувача «Харді».

На території ЗАТ «Агротехнологія» Сірогозького району Херсонської області посіви сої у фазу наливу зерна потребували захисту від комплексу злакових бур'янів, чисельність яких досягала 15,3 шт./м<sup>2</sup>.

Використання гербіциду Ф'юзілад Форте 150 ЕС (1,0 л/га) з витратою 5,0 л/га робочої рідини за допомогою аерозольного генератора зменшило забур'яненість посівів на 96,3%, що забезпечило збереження 0,45 т/га зерна за рівня врожайності 2,72 т/га. Продуктивність аерозольного генератора за робочу

зміну складала 870-1000 га (при обробці обприскувачем «Харді» – 30-37 га). В усіх зразках зерна сої, відібраних з полів обох господарств, в токсикологічній лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин НААН залишків пестицидів не виявлено.

Досвід багатьох господарств переконливо свідчить, що одержання високих урожаїв сої можливе лише за оптимальних умов вирощування [416, 433]. У зв'язку з тим, що попит на зерно сої постійно підвищується, колективні та фермерські господарства з кожним роком розширюють посівні площі під нею, нерідко порушуючи науково-обґрунтовану сівозміну. В таких господарствах сою вирощують на одному полі декілька років поспіль, а насиченість сівозміни культурою перевищує 60%, що сприяє істотному розмноженню шкідливих комах, грибних та бактеріальних хвороб [417].

З фітофагів посівам сої на зрошенні в останні роки серйозну небезпеку становить комплекс листогризучих совок. При нехтуванні сучасними засобами захисту та несвоєчасному застосуванні інсектицидів втрати врожаю зерна від них досягають 30% [425]. З метою оптимізації фітосанітарного стану посівів сої впродовж вегетаційного періоду виробничники застосовують різні інсектициди та їх бакові суміші. У зв'язку з формуванням резистентних популяцій шкідників не завжди вдається надійно захистити культуру від цих небезпечних фітофагів. Враховуючи швидку пристосованість фітофагів до хімічних препаратів, необхідно проводити інтенсивні пошуки нових форм інсектицидів, які б надійно захистили посіви сої від цих небезпечних шкідників [427]. У зв'язку з цим пошук нових прийомів засобів захисту посівів сої від листогризучих совок є важливим фактором збереження врожаю зерна та його якості на зрошуваних землях Південного Степу України.

Дослідження проводили у 2010-2012 рр. на дослідному полі державного підприємства ДГ «Каховське» Каховського району Херсонської області на посівах сої сорту Даная в умовах зрошення. Метою досліджень було вивчення видового складу листогризучих совок та інсектицидів для захисту посівів сої від них. Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний середньосуглинковий з



вмістом гумусу 2,7%. Попередник – пшениця озима. Агротехніка вирощування сої загально визнана для зрошуваних земель. Поливи проводили за допомогою дощувальних машин «Фрегат». Зрошувальна норма залежала від умов вологозабезпеченості року і становила від 3500 до 3700м<sup>3</sup>/га.

Схема досліду з вивчення ефективності інсектицидів з різними діючими речовинами включала такі варіанти:

- 1) Контроль (без хімічного захисту);
- 2) Кораген 20, к.с. – 0,15л/га;
- 3) Драгун, к. е. 1,2л/га;
- 4) Золон 35, к. е. – 2,5л/га;
- 5) Борей, к. с. – 0,14л/га.

Площа облікових ділянок становила 30м<sup>2</sup>, розміщення ділянок було рендомізованим; повторність – чотирикратна. Хімічні обробки дослідних ділянок проводили за допомогою ранцевого обприскувача Тітан-14. Час проведення хімічних обробок – закінчення льоту метеликів і кладки яєць самками та масове відродження гусениць першого віку.

В польових дослідах спостереженнями за розвитком листогризучих совок в посівах сої за умов зрошення виявлено такі види: бавовникова (*Helicoverpa armigera* F.), люцернова (*Chloridea viriplaca* Hfn.), совка гамма (*Autographa gamma* L.), капустяна (*Mamestra brassicae* L.) і с-чорне (*Xestia c-nigrum* L.). Домінуючим серед них були перші три види совок (відповідно 42,3; 30,6 і 19,7%). Впродовж вегетаційного періоду сої ці шкідники розвивалися в двох-трьох генераціях.

Метеорологічні умови вегетаційного періоду посівів сої у 2010-2012 рр. були сприятливими для розвитку відмічених видів шкідників.

Регулярне зрошення посівів сої сприяло масовому розмноженню совок та істотному збільшенню їх шкідливості. Шкодочинність совок проявилася у пошкодженні листового апарату та бобів досліджуваної культури. Гусениці совок скелетували листя сої, проїдали в ньому отвори та об'їдали його, зменшуючи асиміляційну їх здатність та пригнічуючи розвиток рослин.

Пізніше, за появи бобів, гусениці совок вигризали в них отвори, через які виїдали насіння.

Нашими спостереженнями виявлено, що створення рослинам сої оптимальних умов розвитку шляхом підвищення вологості ґрунту та приземного шару повітря в екстремальних погодних умовах літа сприяло масовому розвитку комплексу листогризучих совок та збільшенню їх шкодочинності. Найбільша шкодочинність гусениць совок спостерігалася в липні на посівах сої з регулярним зрошенням за вологості ґрунту у шарі 0,5-0,7 м 70% НВ і вище.

Метеорологічні умови вегетаційного періоду посівів сої у 2010-2012 рр. були сприятливими для розвитку і розмноження комплексу совок (бавовникова, люцернова, совка гамма, капустяна, с-чорне). Температура під час проведення обприскування дослідних ділянок складала 19,2-20,3°C, відносна вологість повітря 53-56%, швидкість вітру – 0,3-0,5 м/с. На четвертий день після хімічної обробки проведено вегетаційні поливи поливною нормою 350-400 м<sup>3</sup>/га.

Чисельність комплексу листогризучих совок перед закладанням досліду складала 7,2-10,3 екземплярів на 1 м<sup>2</sup>, які пошкодили 3-4% рослин в слабкому ступені.

Результати обліків, проведених на третій день після хімічних обробок показали, що чисельність гусениць совок істотно зменшилася в усіх варіантах досліду. Найкращу ефективність захисту (100%) одержано у варіанті Корагену 20, к. с. (0,15 л/га). Дещо менша загибель совок від Борея, к. с. (96,4%). При застосуванні інсектицидів Золон 35, к. е. і Драгуна, к. е. чисельність шкідників зменшилася, відповідно, на 90,3 і 85,2% (табл. 6.8).

На сьомий день після хімічної обробки ефективність зазначених препаратів становила, відповідно, 98,7; 93,6; 86,5 і 83,0, на 14-й день – 94,0; 91,2; 80,9 і 78,7. На 30-й день після застосування Корагену 20, к. с. і Борея, к. с. чисельність гусениць совок зменшилась на 90,7% і 77,2%. У варіантах Золону 35, к. е. і Драгуна, к. е. ефективність захисту була нижча, відповідно, на 34,4 і 40,5%.

Таблиця 6.8

**Ефективність інсектицидів проти комплексу листогризучих совок  
(ДП ДГ «Каховське», середнє за 2010-2012 рр.)**

№ з/п	Варіант	Чисельність гусениць перед обробкою, екз./м <sup>2</sup>	Ефективність захисту після обробки, %			
			на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	на 30-й день
1	Контроль (без хімічного захисту)	9,6	–	–	–	–
2	Кораген 20 к.с., 0,15 л/га	8,9	100,0	98,7	94,0	90,7
3	Драгун, к.е., 1,2 л/га	7,2	85,2	83,0	78,7	50,2
4	Золон 35 к.е., 2,5 л/га	10,3	90,3	86,5	80,9	56,3
5	Борей, к.с., 0,14 л/га	8,7	96,4	93,6	91,2	77,2
НІР <sub>05</sub>		0,63	3,42	2,98	2,73	2,66

Спостереження за дією інсектицидів на розвиток листогризучих совок свідчать, що Кораген 20, к. с. та Борей, к. с. впродовж місяця ефективно контролювали чисельність гусениць совки гамма, бавовникової, люцернової, капустяної та с-чорної на всіх стадіях розвитку, тобто як молодшого так і старшого віку. У варіантах Золону і Драгуна строк ефективної дії препаратів вдвічі менший. Спостереження за розвитком рослин сої після обприскування їх досліджуваними інсектицидами показало, що вони не мали негативного впливу на рослини (фітотоксичність не виявлена).

Пошкодженість рослин гусеницями листогризучих совок у контрольному варіанті через місяць після закладки досліду зросла з 3,0 до 41,9% в середньому і сильному ступенях. При застосуванні Корагену 20, к. с. і Борей, к. с. було пошкоджено 7,8 і 9,7% рослин у слабкому ступені; у варіантах інсектицидів Золон 35, к. е. і Драгун, к. е. відповідно 15,6 і 18,9% рослин у слабкому та середньому ступенях. В роки досліджень фітотоксичності (негативного впливу) на рослини сої досліджувані інсектициди не мали.

Аналіз даних урожайності сої сорту Даная на дослідних ділянках показав, що найвищі показники (4,02 т/га за 2010-2012 рр.) одержано у варіанті Корагену 20, к. с. з нормою витрати препарату 0,15 л/га та Борей, к. с. (0,14 л/га), де збережено від втрат 0,73 і 0,65 т/га зерна. Застосування інсектицидів Золон 35, к. е. (2,5 л/га) і Драгун, к. е. (1,2 л/га) сприяло збереженню від втрат, відповідно, 0,52 і 0,45 т/га.

Істотне покращення фітосанітарного стану забезпечив інсектицид Кораген 20, к. с. при захисті сої (сорт Даная) від комплексу листогризухих совок та лучного метелика у виробничих умовах ДП ДГ «Каховське» Каховського району і ТОВ «Лана-Подове-1» Новотроїцького району Херсонської області у 2012 р. на площі 650 і 590 га.

Одноразове застосування Корагену 20, к. с. в обох господарствах з нормою витрати 0,15 л/га сприяло зменшенню чисельності фітофагів на 93,2-95,0% та збереженню від втрат, відповідно, 0,67 і 0,63 т/га зерна за врожайності 4,0 і 3,7 т/га.

У дослідному господарстві ДП ДГ «Каховське» Каховського району Херсонської області завдяки подвійному застосуванню фунгіциду на посівах пшениці озимої за умов зрошення (на початку фази трубкування в баковій суміші з гербіцидом Гранстар Голд та в фазі прапорцевого листка) в 2012-2013 рр. одержали врожай якісного зерна на рівні 6,5 та 7,2 т/га на площі 720 та 946 га, відповідно.

У сучасних умовах виробництва серед спеціалістів сільськогосподарських підприємств Південного Степу України існує негативне ставлення щодо застосування фунгіцидів на посівах сої. Вони вважають, що цей прийом економічно не вигідний для господарств і лише деякі з них в останні роки почали застосовувати їх на посівах насінників сої. У зв'язку з цим в Інституті зрошуваного землеробства був закладений дослід з визначення ефективності та доцільності застосування фунгіцидів на посівах сої за умов зрошення (сорт Аполлон селекції ІЗЗ НААН). Схема дослідження включала варіанти: 1) Контроль (без фунгіциду); 2) Аканто Плюс 28 к.с. (0,7 л/га); 3) Імпакт К, к.с. (0,8 л/га);

4) Колосаль Про, м.е. (0,5 л/га); 5) Фитал, в.р.к. (2,5 л/га); 6) Фортеця ЕС к.е. (1,0 л/га).

На початку фази цвітіння сої на окремих рослинах було відмічено ураження септоріозом (збудник *Septoria glycines* Т. Неммі), антракнозом (збудник *Colletotrichum*), іржею (збудник *Uromyces striatus*) в слабкому ступені.

В подальшому вегетаційні поливи та опади сприяли підвищенню вологості повітря та розвитку зазначених вище хвороб. Так, у фазі формування бобів поширення септоріозу, або іржастої плямистості, в контрольних ділянках коливалось від 13,5 до 25%, розвиток хвороби досягав 7%, іржі відповідно 3,9-5,0 і 2,5%, антракнозу відповідно 4-6 і 2,6%. Ці хвороби мали більше поширення та розвиток в нижньому та середньому ярусах рослин.

Крім вище наведених хвороб, у цей час у верхньому та середньому ярусах рослин спостерігали ураження пероноспорозом (збудник *Peronospora manshurica*). Поширення хвороби коливалося від 19,5 до 72%, розвиток хвороби досягав 3%.

Обприскування дослідних ділянок проведено за перших проявів грибних хвороб (початок цвітіння сої). Захист сої від фітофагів (лучний метелик, бавовникова, люцернова совки, павутинні кліщі, акацієва вогнівка) проводили інсектицидами в усіх варіантах дослідження згідно «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» Ефективність дії фунгіцидів на розвиток грибних хвороб наведено в таблиці 6.9.

Застосування досліджуваних фунгіцидів на фоні інсектицидного захисту (Кораген, к.с. 0,15 л/га) істотно покращило фітосанітарний стан посівів сої. Найвищу ефективність захисту від грибних хвороб одержали у варіанті з Аканто Плюс. Так, розвиток септоріозу, іржі, антракнозу, пероноспорозу зменшився відповідно на 95,4; 94,8; 93,9 і 94,3%. При використанні фунгіциду Колосаль Про, м.е. - відповідно 90,2; 91,0; 89,2%. Ефективність фунгіцидів Імпакт К, Фитал і Фортеця істотно поступалася захисній дії препарату Аканто Плюс.

Таблиця 6.9

**Ефективність дії фунгіцидів на посівах сої, середнє за 2011-2012 рр.**

Варіант	Ефективність дії фунгіцидів, %			Урожайність, т/га
	септоріоз	іржа	антракноз	
Контроль	–	–	–	2,85
Аканто Плюс 28, к.с., 0,7 л/га	95,4	94,8	93,9	3,52
Колосаль Про м.е, 0,5 л/га	90,2	91,0	89,2	3,35
Імпакт К, к.с., 0,8 л/га	82,3	90,3	90,6	3,10
Фитал, в.р.к., 2,5 л/га	85,6	70,5	76,7	3,05
Фортеця ЕС к.с., 1,0 л/га	81,2	87,7	86,5	2,99
НІР <sub>05</sub>				0,28

Спостереження за розвитком рослин сої після застосування фунгіцидів показали, що у варіанті з Аканто Плюс, крім довготривалої захисної дії від комплексу грибних хвороб, відбулося подовження тривалості вегетаційного періоду на три дні. Також застосування фунгіциду сприяло збільшенню площі асиміляційної поверхні листків сої та більш інтенсивному росту рослин, що покращило фотосинтезуючу здатність і продукційний процес в рослинах сої та збереженню від втрат 0,67 т/га зерна. При застосуванні інших фунгіцидів, порівняно з контролем (без фунгіциду), додатково одержано від 0,14 до 0,50 т/га зерна.

Виробничу перевірку захисної дії фунгіциду Аканто Плюс проводили в 2012 р. в СВК «Новосеменівське» Іванівського району Херсонської області. Після обробки сої цим препаратом в фазу бутонізації з нормою витрати 1 л/га листя мало більш насичений зелений колір, а рослини – більшу висоту, що сприяло приросту врожайності (0,7 т/га). В 2013 р. в ТОВ «Лана Подове 1» Новотроїцького району Херсонської області після внесення Аканто Плюс (0,7 л/га) на площі 50 га на початку фази цвітіння рослини сої мали більш потужний ріст і розвиток, формували більшу асиміляційну поверхню листового апарату та були надійно захищені від комплексу грибних хвороб, що сприяло збереженню від втрат 0,56 т/га зерна. Застосування Аканто Плюс на площі

1937 га на фоні подвійного внесення інсектициду Кораген в ТОВ «Дніпро-Білогір'я» Новотроїцького району Херсонської області в 2013 р. сприяло оптимізації фітосанітарного стану посівів сої до кінця вегетації, кращому розвитку рослин та одержанню врожайності зерна на рівні 4,0-4,7 т/га.

### **6.3 Інтегрований захист пшениці озимої на зрошенні від шкідливих організмів за вирощування в короткоротаційних сівозмінах**

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають широке застосування засобів захисту рослин, які вносять за допомогою наземної техніки та сільськогосподарської авіації. Використання останньої доцільне на великих площах вирощування зернових, зернобобових, технічних та інших культур. В умовах фермерських господарств зони зрошення Південного Степу України на порівняно невеликих площах для захисту рослин від бур'янів, збудників хвороб та шкідників застосовують в основному штангові тракторні обприскувачі з низькою продуктивністю. Використання такої техніки на посівах зернових колосових вимагає технологічної колії, яка займає до 15% посівної площі. На посівах культур звичайного рядового способу сівби такі обробки призводять до переущільнення ґрунту та механічного пошкодження рослин [289, 303].

Аналіз фітосанітарного стану посівів зернових колосових у Південному Степу України, в останні роки, свідчить про його істотне погіршення. Так, посівам пшениці озимої на зрошенні серйозну небезпеку становить комплекс шкідливих комах, грибних хвороб, бур'янів, мишовидних гризунів та інших шкідливих організмів. З фітофагів найбільш поширені клопи-черепашки, злакові мухи, хлібні пильщики, пшеничний трипс, хлібний турун; з грибних хвороб – кореневі гнилі, борошниста роса, септоріоз, бура листкова іржа; з бур'янів – кучерявець Софії, грицики звичайні, осот рожевий, амброзія полинолиста та інші види шкідливих організмів [110]. Масовому розмноженню

їх сприяють не лише погодні умови, а й порушення технологій вирощування культур. В покращенні фітосанітарного стану посівів пшениці озимої на зрошенні важливе значення має дотримання науково-обґрунтованих сівозмін, якісний обробіток ґрунту, оптимальні строки сівби, режими живлення та зрошення [289].

Багаторічний досвід наукових установ, сільськогосподарських підприємств свідчить, що для оптимізації фітосанітарного стану посівів пшениці озимої у сучасних умовах, необхідний не лише комплекс організаційно-господарських, агротехнічних, біологічних та інших прийомів, а й обов'язкове застосування засобів захисту [110, 399, 419].

Хімічний метод захисту посівів пшениці озимої від бур'янів, шкідливих комах, грибних хвороб у сучасних технологіях вирощування зернових колосових Південного Степу України набув широкого поширення. Разом з тим, в останні десятиріччя винайшли сотні нових пестицидів, ефективність яких в умовах зрошення не вивчена [190]. Це і визначає актуальність даного питання.

Дослідження проводили у 2007-2011 рр. в дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН та на полях дослідного господарства «Асканійське» Каховського району Херсонської області. Завданням досліджень в умовах зрошення було обґрунтування біологічної та економічної ефективності нових пестицидів при захисті пшениці озимої від шкідливих організмів.

Агротехніка вирощування культур загальновізнана для зрошуваних умов. В інституті поливи проводили дощувальною машиною ДДА-100 МА, в ДП ДГ «Асканійське» - «Фрегат». Зрошувальна норма становила 1200-1500 м<sup>3</sup>/га.

При проведенні досліджень користувались загальновізнаними методиками проведення польових дослідів на зрошуваних землях [98, 112]. Виробничу перевірку ефективності нових пестицидів проведено на полях дослідного господарства «Асканійське» згідно методичних рекомендацій інституту захисту рослин [252]. Критерієм доцільності застосування пестицидів



на пшеничному полі є економічний поріг шкодочинності. Схему досліду наведено у таблиці 6.10.

Таблиця 6.10

**Ефективність протруйників насіння пшениці озимої,  
середнє за 2009-2011 рр.**

Протруйник	Норма витрати протруйника, л/т	Сила росту, %	Лабораторна схожість, %	Ефективність дії, %			
				тверда сажка	летюча сажка	Кореневі гнилі	
						фузаріозна	гельмінтоспоріозна
Контроль (без протруєння)	–	83,0	88,5	–	–	–	–
Ламардор 400 FS, т.к.с.	0,15	86,9	93,2	100,0	100,0	78,3	82,3
Сертікор 050 FS, т.к.с.	1,0	87,4	93,8	100,0	100,0	80,2	84,0
Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.	2,5	85,8	91,4	98,7	99,2	74,8	80,2

Система хімічного захисту пшениці озимої передбачає обов'язкове і своєчасне виконання всіх її елементів, починаючи від передпосівного протруєння зерна, боротьби з мишовидними гризунами в осінньо-зимовий період та знищення бур'янів, шкідливих комах і збудників грибних хвороб у весняно-літній період.

Найбільш безпечним прийомом хімічного захисту, в екологічному відношенні, є передпосівна обробка насіння інсекто-фунгіцидними протруйниками. Цей прийом захисту називають тимчасовою токсикацією сходів або внутрішньорослинною терапією [266].

Використання протруйників фунгіцидного типу є обов'язковим прийомом в інтегрованій системі захисту пшениці озимої. Протруйники з інсектицидною дією доцільно використовувати на площах озимих культур раннього строку сівби та при повторному вирощуванні зернових колосових [416, 418].

З протруйників фунгіцидної дії в досліді використовували Ламардор 400 FS, т.к.с. (0,15 л/т), Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (2,5 л/т), Сертікор 050 FS, т.к.с. (1,0 л/т). Обробку посівного матеріалу проводили за два дні до сівби.

Передпосівна обробка вищеназваними протруйниками, сприяла підвищенню його схожості, сили росту, дружній появі сходів та істотному зменшенню поширення і розвитку грибних хвороб. Так, ураженість сажковими хворобами у варіантах Ламардора 400 FS і Сертікора 050 FS зменшилась на 100%, фузаріозною і гелмінтоспоріозною кореневими гнилями, відповідно, на 78,3; 82,3 та 80,2; 84,0%.

Ефективність протруйника Вітавакс 200 ФФ у боротьбі проти сажкових хвороб та корневих гнилей нижча, ніж у варіантах з Ламардором 400 FS і Сертікором 050 FS.

За вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах на зрошенні покращуються умови існування не лише для культурних рослин, а також і для шкідливих організмів. Застосування зрошення, добрив, загушення посівів культур сівозмін на зрошенні призводить до різкого погіршення фітосанітарного стану земельних угідь, зокрема підвищення чисельності шкідників, розповсюдження хвороб та бур'янів. Останнім слід приділити особливу увагу, як найбільш шкодочинному фактору зниження врожайності сільськогосподарських культур та якості продукції. Так, за даними досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН втрати врожаю зерна пшениці озимої при забур'яненості посіву 1 рослина бур'яну на 1 м<sup>2</sup> посіву становила: для осоту рожевого – 0,81-0,093 т/га; кучерявця Софії – 0,043-0,059; грициків звичайних – 0,039-0,047; ромашки непахучої – 0,037-0,051 т/га [428].

Якщо врахувати велику насінневу продуктивність цих бур'янів та тривалість збереження життєздатності насіння (осот до 7 тис. насінин з 1 рослини, збереження життєздатності до 3-х років; кучерявець Софії – 100 тис. насінин, збереження життєздатності – до 5 років тощо), то можна уявити масштаби шкоди, яку вони здатні завдати, якщо не проводити цілеспрямовану

боротьбу з ними комплексом інтегрованого захисту рослин – агротехнічними, біологічними та хімічними заходами.

Для захисту посівів зернових культур від бур'янів при вирощуванні в умовах зрошення в Південному Степу України пропонується широкий спектр препаратів, серед яких виділяється селективний системний гербіцид Пік 75 WG [428], в.г., який містить 60 г/кг просульфурону (клас сульфоніл сечовини).

В посівах пшениці озимої і кукурудзи препарат контролює понад 30 видів однорічних та багаторічних дводольних бур'янів, у тому числі стійких до гербіцидів групи 2,4-Д.

Рекомендована норма внесення цього гербіциду становить 15-20 г/га за витрати робочого розчину 200-300 л/га. На посівах пшениці озимої застосування цього препарату є оптимальним у міжфазний період від фази 3-х листків до прапорцевого листка включно, на кукурудзі – фаза 3-5 листків у культури.

Максимальна ефективність проявлялася при обробці однорічних бур'янів у фазу 2-4 листків, багаторічних – у фазу розетки діаметром до 5 см. Препарат можна застосувати в бакових сумішах з фунгіцидами та інсектицидами. Він швидко розкладається у вологих, мікробіологічно-активних ґрунтах, які мають рН < 7,5.

Дослідження з визначення ефективності гербіциду Пік 75 WG., в.г. на посівах пшениці озимої у боротьбі з бур'янами проводили у короткоротаційній сівозміні на зрошенні Інституту зрошуваного землеробства НААН. Повторність в досліджах була 4-х разовою, площа посівної ділянки 20 м<sup>2</sup>, облікової – 15 м<sup>2</sup>. Гербіциди вносились за допомогою ранцевого обприскувача. В схему досліду з визначення ефективності застосування гербіциду в посівах пшениці озимої сорту Застава (норма висіву 4,5-5,0 млн шт. насінин на 1 га) було включено такі варіанти:

1. Контроль (без гербіцидів).
2. Гранстар 75, в.г. (еталон – 0,02 кг/га).
3. Лінтур WG.70, в.г. – 0,15 кг/га.

## 4. Пік 75 WG, в.г. – 0,02 кг/га.

Обліки забур'яненості проводили згідно загальноновизнаної методики [157]. Хімічне прополювання виконували у фазу кушіння пшениці озимої, ефективність дії гербіцидів визначали через 30 днів після внесення досліджуваних препаратів.

Фітосанітарними обстеженнями доведено, що в середньому за три роки досліджень, видовий і кількісний склад бур'янів був наступним: грицики звичайні – 15 шт./м<sup>2</sup> (34,8%); кучерявець Софії – 9 шт./м<sup>2</sup> (20,9%); ромашка непахуча – 3 шт./м<sup>2</sup> (6,9%); осот рожевий – 4 шт./м<sup>2</sup> (9,5%). Інші види бур'янів (зірочник середній, кропива глуха стеблообгортна, курячі очки голубі та ін.) дорівнювали 12 шт./м<sup>2</sup> (27,9%).

Результати досліджень з визначення впливу гербіцидів на рівень забур'яненості посіву і врожайність зерна пшениці озимої за вирощування в короткоротаційній сівозміні за умов зрошення в Південному Степу України свідчать про високу ефективність застосування хімічного захисту рослин (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

**Вплив гербіцидів на забур'яненість посівів і врожайність зерна пшениці озимої, середнє за 2004-2006 рр.**

№ вар.	Варіант досліджу	Норма внесення, гербіцидів л, кг/га	Забур'яненість шт./м <sup>2</sup>		% зниження до контролю	Урожайність, т/га	Приріст урожайності	
			початкова	через 30 днів			т/га	%
1	Контроль	–	43,0	42,4	–	5,42	–	–
2	Гранстар 75 в.г. (еталон)	0,02	43,0	0,7	98,4	6,16	0,74	13,6
3	Лінтур 70 WG, в.г.	0,15	43,0	0,9	98,0	6,09	0,67	12,3
4	Пік 75 WG, в.г.	0,02	43,0	0,4	99,1	6,37	0,95	17,5

НІР<sub>05</sub>, т/га

0,12

Найбільше зниження забур'яненості (99,1%) та підвищення врожайності (0,95 т/га або 17,5% до контролю), встановлено у варіанті із застосуванням системного гербіциду Пік 75 WG, в.г. нормою 20 г/га.

Впродовж останніх років в Південному Степу України для захисту посівів пшениці озимої від клопа-черепашки використовують аерозольні генератори. Разом з тим, інформація про ефективність хімічних обробок за допомогою такої техніки досить різнопланова. Літературні джерела [110], що висвітлюють подібну тематику практично відсутні. Інформації, щодо застосування аерозольного генератора для боротьби із шкочинними організмами на посівах просапних культур, взагалі немає.

У зв'язку з цим метою наших досліджень було вивчення ефективності застосування аерозольних генераторів у наукових і виробничих випробуваннях на посівах кукурудзи, сої та пшениці озимої на полях експериментальної бази Інституту зрошуваного землеробства НААН та базових господарських формуваннях Центру наукового забезпечення АПВ Херсонської області.

Механіко-термічний аерозольний генератор встановлюється на кузовах автомобілів. Робота відбувається за механіко-термічним принципом, за якого атмосферне повітря стискається потужним компресором та під тиском подається на робочу форсунку, досягаючи швидкості звуку й високої температури. В результаті цього робоча рідина розпилюється до високодисперсійного стану з часточками розміром 0,5-50 мікронів, які рівномірно покривають листково-стеблову поверхню сільськогосподарських культур [252].

З метою визначення ефективності дії пестицидів при внесенні їх за допомогою механіко-термічного аерозольного генератора «Магдар» на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН проведено дослідження на посівах пшениці озимої. Виробничі дослідження проводили на посівах кукурудзи, пшениці озимої, сої в ЗАТ «Фрідом Фарм Інтернешнл» Горностаївського району і «Агротехнологія» Сірогозського району Херсонської області. Обліки та спостереження за шкідливими організмами здійснювали за

загально визнаними методиками: візуальних обстежень, відбору рослинних зразків, облікових майданчиків [252].

Пестициди вносили на посівах сільськогосподарських культур із заселеністю шкідливими організмами вище економічних порогів шкодочинності за допомогою механіко-термічного аерозольного генератора «Магдар» з витратою робочої рідини 1,5-5,0 л/га. За еталон у досліді прийнято ділянку, що оброблялася штанговим обприскувачем «Харді» з витратою робочої рідини 160 л/га. Хімічні обробки цим обприскувачем проводили в денні часи за температури повітря 20-23°C, у той час як аерозольним генератором працювали в нічний за температури 15-18°C і відносній вологості повітря 50-57%. Ефективність дії інсектицидів визначали за зниженням чисельності шкідників, а гербіцидів – за зниженням забур'яненості.

За роки досліджень серед видового складу бур'янів в дослідному полі пшениці озимої на зрошенні домінували грицики звичайні (*Capsella bursa pastoris* L.) і Кучерявець Софії (*Descurania Sophia* L.) – відповідно, 46,3 і 25,6%. Забур'яненість посівів осотом рожевим (*Cirsium arvense* L.) та амброзією полинолистою (*Ambrosia artemiziifolia* L.) становила, відповідно, 9,8 і 14,3%. Інші види бур'янів становили 4,0%.

З гербіцидів в досліді вивчали Гранстар 75%, в.г., Пік 75%, в.г., Гроділ Максі 37,5%, о.д. Вносили їх у фазу виходу пшениці в трубку, разом з фунгіцидом. Чисельність бур'янів через 30 днів після хімічної обробки зменшилася в 4,6-10,2 рази, а в контрольному варіанті, навпаки, підвищилася на 6,3% (табл. 6.12).

Домінуючими фітофагами пшениці озимої у роки досліджень (2003-2006 рр.) були пшеничний трипс та клоп-черепашка, живлення яких не лише зменшує урожайність зерна, проте й погіршує його посівні та хлібопекарні якості. В комплексі хлібних клопів переважав клоп шкідлива черепашка (87,3%). Середня чисельність хлібних клопів за 2003-2005 роки становила 3,3-3,6 екз./м<sup>2</sup>, пшеничного трипса – 14,5-16,3 особин на колос, у 2006 році відповідно 0,8-0,9 екз./м<sup>2</sup> і 20,7-22,5 екз./колос.

Таблиця 6.12

**Вплив гербіцидів на зниження забур'яненості посівів пшениці озимої  
(середнє за 2008-2010 рр.)**

№ вар.	Варіант	Забур'яненість, шт./м <sup>2</sup>			% зниження до контролю
		перед хім. обробкою	через 30 днів після обробки	перед збиранням врожаю	
1.	Контроль (без гербіциду)	39,8	42,3	42,0	–
2.	Гранстар 75%, в.г., 0,02 кг/га	40,3	6,5	1,5	96,3
3.		38,7	5,2	1,4	95,2
4.	Пік 75%, в.г., 0,02 кг/га	40,8	4,5	0,9	96,7
5.		38,5	3,8	0,9	97,2
6.	Гроділ Максї 37,5%, о.д., 0,1 л/га	39,3	8,1	0,6	98,5
7.		37,9	8,2	0,5	99,0
НІР <sub>05</sub> , шт./м <sup>2</sup>		3,12	3,82	2,95	

Застосування інсектицидів 25% в.г. Актари, 10% к.е. Фастака і Кінмікса, 5% к.е. за допомогою аерозольного генератора та штангового обприскувача «Харді» забезпечило надійний захист пшениці озимої від комплексу фітофагів. Так, загибель клопа шкідливої черепашки на третій день після хімічної обробки пшениці озимої складала 87,8-98,1%, пшеничного трипса – 91,8-97,6%, що сприяло оптимізації фітосанітарного стану культури, збереженню врожаю від втрат і одержанню зерна третього класу (табл. 6.13).

Найкраща ефективність одержана у варіанті з внесенням інсектициду Актара, дещо нижча при обробці Фастаком, найменша – при застосуванні Кінмікса. Проте, різниці від застосування цих препаратів різними обприскувачами не відмічено.

Відстань розпилення робочої рідини інсектицидів на пшеничному полі при внесенні їх за допомогою аерозольного генератора досягала 450 м. Продуктивність машини при витраті робочого розчину 1,5-2,0 л/га складала 115-130 га/год.

Мікрочастинки інсектицидів повністю покривали поверхню рослин і добре утримувались на листках та стеблах пшениці. Проведення хімічних

обробок вночі сприяло збільшенню строку токсичної дії інсектицидів на шкідників. Ефективність хімічних обробок пшениці озимої за допомогою механіко-термічного аерозольного генератора «Магдар» аналогічна обприскуванню посівів за допомогою тракторного штангового обприскувача «Харді».

Таблиця 6.13

**Ефективність дії інсектицидів проти фітофагів пшениці озимої при застосуванні їх за допомогою різних обприскувачів, середнє за 2003-2006 рр.**

Інсектицид	Норма витрати препарату, л/га, кг/га	Середня чисельність шкідників до хімічної обробки				Ефективність інсектицидів, %				Урожайність, т/га	
		екз./м <sup>2</sup>		екз./колос		клоп-черепашка		пшеничний трипс			
		клопи-черепашки		пшеничний трипс							
		2003-2006	2006	2003-2006	2006	2003-2006	2006	2003-2006	2006	2003-2006	2006
Контроль (без обробки)	–	3,5	0,8	14,9	12,3	–	–	–	–	3,97	4,23
Кінмікс, 5% к.е.	0,3	3,3	0,9	15,7	11,8	$\frac{87,8}{89,0}$	$\frac{90,3}{91,3}$	$\frac{92,2}{93,5}$	$\frac{91,8}{92,7}$	4,01	4,27
Фастак, 10% к.е.	0,15	3,4	0,9	16,3	12,5	$\frac{94,2}{93,5}$	$\frac{95,6}{94,7}$	$\frac{96,2}{95,0}$	$\frac{96,3}{95,2}$	4,05	4,30
Актвтра, 25% в.р.г.	6,14	3,6	0,3	14,5	10,7	$\frac{96,5}{95,7}$	$\frac{98,1}{96,5}$	$\frac{97,5}{95,8}$	$\frac{97,4}{97,6}$	4,10	4,30
НІР <sub>05</sub> , ц/га										0,28	0,31

**Примітки:** чисельник – при обробці «Магдар»  
знаменник – при обробці обприскувачем «Харді»

Захист пшениці озимої від комплексу сисних шкідників сприяв збереженню урожаю від втрат 0,09-0,13 т/га зерна і одержанню зерна третього класу (в контролі одержано зерно четвертого класу).

У період осінньої вегетації зернових колосових культур фітофаги (злакові мухи, цикадки, попелиці) господарського значення не мали. Чисельність весняного покоління злакових мух була нижча за ЕПШ.



Найбільшу небезпеку посівам пшениці озимої в роки досліджень завдавали клопи-черепашки і пшеничний трипс. У фазу молочної стиглості пшениці чисельність їх личинок становила, відповідно, 7,8-8,5 екз./м<sup>2</sup> та 11,7-15,2 екз./колос. Заселеність рослин злаковими попелицями (звичайна та ячмінна) коливалась від 3,2 до 9,0 екз./стебло.

Захист дослідних ділянок від комплексу сисних шкідників проводили на початку молочної стиглості зерна. Обприскування пшениці озимої інсектицидами Фастак, 10% к.е., Енжіо, 24,7% к.с. і Деціс Профі, 25% в.г., згідно рекомендованих норм витрати, зменшило чисельність клопів на 93,8-98,7%, пшеничного трипса і злакових попелиць, відповідно на 94,6-98,9 і 92,5-98,3% (рис. 6.3).

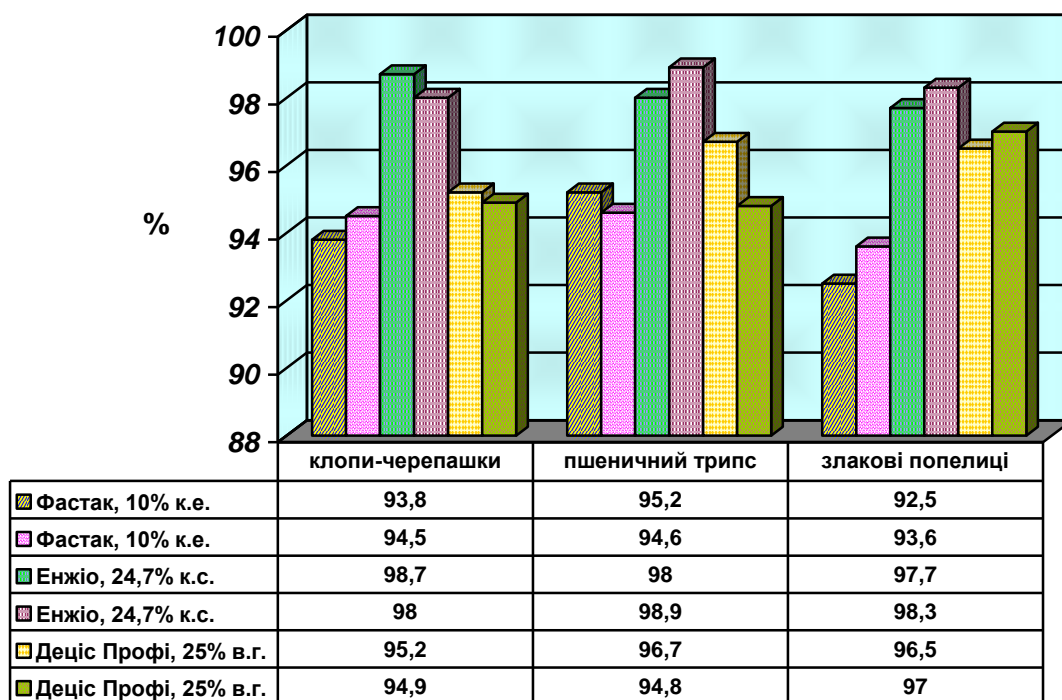


Рис. 6.3 Ефективність інсектицидів проти сисних шкідників пшениці озимої, середнє за 2008-2010 рр.

Результати досліджень свідчать, що кращу ефективність проти всіх видів сисних фітофагів проявив Енжіо, 24,7% к.с. з нормою витрати 0,18 л/га.

В роки досліджень грибні хвороби на пшениці озимій восени не мали господарського значення. У весняно-літній період небезпеку становили

борошниста роса, септоріоз і бура листкова іржа, що викликало необхідність застосування фунгіцидів. Першу обробку фунгіцидами проводили в фазу виходу пшениці в трубку разом з гербіцидами, другу – на початку цвітіння.

Використані фунгіциди сприяли істотному покращенню фітосанітарного стану пшениці озимої упродовж усієї вегетації культури. З досліджуваних фунгіцидів кращими були Амістар Екстра 280 ЗС, к.с., Фалькон, 46% к.с., Імпакт, 25% к.е. (табл. 6.14).

Таблиця 6.14

**Ефективність фунгіцидів проти грибних хвороб пшениці озимої,  
середнє за 2008-2010 рр.)**

№ в-та	Фунгіцид	Норма витрати, л; кг/га	Фаза розвитку культури	Ефективність дії, %		
				борошниста роса	септоріоз листя	бура іржа
1.	Контроль (без захисту)	–	–	–	–	–
2.	Байлетон, 25% з.п.	0,5	вихід у трубку	85,0	64,9	70,2
3.	Байлетон, 25% з.п.	0,5	вихід у трубку	93,2	86,0	93,8
	Імпакт, 25% к.е.	0,5	початок цвітіння			
4.	Альто Супер 330 ЕС, к.е.	0,45	вихід у трубку	87,0	86,2	84,0
5.	Альто Супер 330 ЕС, к.е.	0,45	вихід у трубку	97,9	98,3	98,3
	Амістар Екстра 280 ЗС, к.с.	0,5	початок цвітіння			
6.	Фалькон, 46% к.с.	0,6	вихід у трубку	85,9	83,5	84,9
7.	Фалькон, 46% к.с.	0,6	вихід у трубку	97,2	98,0	97,0
	Амістар Екстра 280 ЗС, к.с.	0,5	початок цвітіння			

Вищу ефективність захисту від комплексу грибних хвороб одержано у варіантах подвійного застосування фунгіцидів – у фазу виходу в трубку та на початку цвітіння пшениці озимої, що зменшило розвиток борошнистої роси на 93,2-97,9%, септоріозу на 89,0-98,0; брурої листкової іржі – на 93,8-98,3%.

Урожайність та економічна ефективність системи хімічного захисту пшениці озимої на зрошенні свідчить про істотні коливання досліджуваних показників за варіантами хімічного захисту (додаток Ж).

Результати дослідів з комплексного хімічного захисту пшениці озимої від шкідливих комах, грибних хвороб та бур'янів свідчать про істотне покращання фітосанітарного стану посівів упродовж усієї вегетації культури, що сприяло одержанню зерна 3 класу (контроль 4 клас) та збереженню від втрат 0,55-1,15 т/га зерна.

Найкращу господарську та економічну ефективність при захисті пшениці озимої на зрошенні одержано у варіанті із застосуванням протруйника Сертіккор 050 FS та фунгіциду Альто Супер 330 ЕС, к.е. разом з гербіцидом Пік 75% в.г. у фазу виходу в трубку і фунгіциду Амістар Екстра 280 SC к.с. – на початку цвітіння пшениці озимої та інсектициду Енжіо, 24,7% к.с. на початку молочної стиглості зерна. Збережений урожай становив 1,15 т/га, чистий прибуток – 1,09 тис. грн/га.

При впровадженні у виробництво аналогічної системи захисту пшениці озимої сорту Куяльник в ДП ДГ «Асканійське» Каховського району Херсонської області в 2011 р. одержано зерно другого та третього класу на площі 206 га. Збережений урожай склав 0,98 т/га, чистий прибуток – 1,12 тис. грн/га.

### **Висновки до розділу 6**

1. Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур у варіантах обробітку ґрунту знаряддями з робочими органами чизельного та дискового типу була вищою, ніж у контрольному варіанті, як на початку, так і при збиранні врожаю в 1,6-2,5 рази. Застосування гербіцидів для хімічного прополовання досліджуваних культур короткоротаційної сівозміни за умов зрошення повною мірою ліквідувало негативний вплив бур'янів.

2. Кореляційно-регресійним аналізом встановлено, що найвищий рівень забур'яненості досліджуваних культур сівозміни до 65-95 шт./м<sup>2</sup> відмічено на полях з кукурудзою та соєю при зниженні глибини основного обробітку ґрунту, а найменше значення цього показника – встановлено в посівах ріпаку. Тіснота кореляційного зв'язку була середньою у пшениці озимої та високою – у інших

культур. Наприкінці вегетаційного періоду найменший рівень змодельованої забур'яненості виявився у пшениці озимої (6-11 шт./м<sup>2</sup>). Найбільшу забур'яненість встановлено у сої, особливо за зменшення глибини основного обробітку ґрунту до 15 см і нижче, коли даний показник зростав до 24-36 шт./м<sup>2</sup>.

3. Доведено високу ефективність застосування екологічно безпечної технології захисту кукурудзи на зерно від збудників хвороб та шкідників. Передпосівне протруювання насіння сприяло збереженню від втрат 0,96-1,05 т/га зерна кукурудзи, також лабораторна та польова схожість була на 5,7-7,8 і 5,9-7,8% вища за контроль. Кращу ефективність проти дротяників проявив протруйник Круїзер 350 FS, т.к.с, при застосуванні якого чисельність шкідника зменшилась на 87,1%. Протруйник Корріоліс проявив високу ефективність у боротьбі з пліснявінням насіння, пухирчастою сажкою та стебловими гнилями. Застосування гербіциду Пік 75 WG, в.г. нормою 0,02 кг/га у боротьбі з бур'янами в посівах пшениці озимої в умовах зрошення дозволило знизити забур'яненість на 99,1%, порівняно з необробленим контролем (з 43,0 шт./м<sup>2</sup> до 0,4 шт./м<sup>2</sup>), підвищити врожай зерна на 17,5% (6,37т/га проти 5,42 т/га в контролі) та одержати додатковий чистий прибуток 663,5 грн/га. Використання гербіциду Пік 75 WG для хімічного захисту посівів кукурудзи гібриду Дніпровський 310 від бур'янів дало змогу знизити забур'яненість на 98,4% (з 77,5 шт./м<sup>2</sup> до 1,2 шт./м<sup>2</sup>), одержати врожайність зерна на рівні 6,19 т/га, що на 9,3% вище за контроль (5,62 т/га).

4. Серед інсектицидів для захисту посівів сої від комплексу листогризухих совок високоефективними препаратами виявилися Кораген 20, к. с. з нормою витрати 0,15 л/га і Борей, к. с. (0,14 л/га), які надійно контролюють чисельність фітофагів та істотно зменшують їх шкодочинність. В роки досліджень (2010-2012 рр.) фітотоксичності інсектицидів на рослинах не визначено. Одноразове застосування Корагену 20, к. с. з нормою витрати 0,15 л/га у виробничому досліді ДП ДГ «Каховське» Каховського району і ТОВ «Лана-Подове-1» Новотроїцького району Херсонської області у 2012 році

сприяло зменшенню чисельності фітофагів на 93,2-95,0% та збереженню від втрат, відповідно, 0,67 і 0,63 т/га сої за врожайності 4,0 і 3,7 т/га. Використання інсектицидів Кораген 20, к. с. і Борей, к. с. дозволило надійно захистити посіви сої від комплексу листогризухих совок та лучного метелика, що сприяло збереженню вирощеного врожаю від втрат та істотному збільшенню валового виробництва зерна.

5. Сучасні системи захисту сільськогосподарських культур на зрошуваних землях Південного Степу України повинні включати застосування фунгіцидів. З дослідженого асортименту фунгіцидів перспективним і вискоєфективним для сільськогосподарських виробників є Аканто Плюс, 28, к.с., який надійно захищає посіви сої від комплексу грибних хвороб, зберігає урожай від втрат, збільшуючи валові збори зерна. Крім того, Аканто Плюс має виражений фізіологічний ефект, що полягає в більш ефективному засвоєнні рослинами азоту й протистоянні несприятливим факторам навколишнього середовища.

6. Експериментальні дані, одержані при вивченні ефективності застосування пестицидів з використанням аерозольного способу на посівах пшениці озимої, кукурудзи та сої свідчить про те, що дотримання рекомендованих норм витрат, кратності обробок та санітарних вимог дозволяє надійно захистити посіви і звести до мінімуму забруднення навколишнього середовища залишками пестицидів. Перевагою застосування аерозольного генератора є висока продуктивність праці, що забезпечує проведення захисту рослин у стислі та оптимальні строки і дає можливість проведення хімічних обробок без механічного пошкодження рослин і ущільнення ґрунту.

7. Найкращу господарську та економічну ефективність при захисті пшениці озимої за умов зрошення забезпечило застосування протруйника Сертіккор 050 FS (1л/т) та фунгіциду Альто Супер 330 ЕС, к.е. разом із гербіцидом Пік 75% в.г. (0,45 л/га + 0,020 кг/га) у фазу виходу в трубку і фунгіциду Амістар Екстра 280 SC к.с. (0,5 л/га) на початку цвітіння культури та інсектициду Енжіо, 24,7% к.с. (0,18 л/га) – на початку молочної стиглості зерна. Збережений урожай зерна третього класу склав 1,15 т/га, чистий прибуток – 1,09 тис. грн/га.

## РОЗДІЛ 7

### УРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, ПРОДУКТИВНІСТЬ СІВОЗМІН ТА БАЛАНС ГУМУСУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ ЗА УМОВ ЗРОШЕННЯ

Продуктивність вітчизняного сільського господарства, зокрема рослинництва та кормовиробництва, істотно залежить від впливу складових елементів агровиробничих систем. Науковий і практичний досвід свідчить, що за потенціалом продуктивності культури зрошуваних та неполивних сівозмін істотно відрізняються. Наприклад, важливе значення має включення до складу сівозмін кукурудзи, яка за врожайністю зерна та зеленої маси, кормовою й енергетичною цінністю фактично не має собі рівних при вирощуванні в різних ґрунтово-кліматичних зонах, зокрема в Південному Степу України на зрошуваних землях. Крім кукурудзи також і інші зернові культури є незамінними не тільки у продовольчих цілях, але й у кормових раціонах для худоби, особливо свиней та птиці. Проте агротехнічні заходи у теперішній час недостатньою мірою сприяють реалізації генетичного потенціалу рослин, що пов'язано з недостатньою відповідністю технологій вирощування біологічним особливостям та екологічним потребам окремих сортів і гібридів [304, 316, 343].

Дієвими заходами впливу на рівень продуктивності короткоротаційних сівозмін є не тільки застосування зрошення, а й внесення науково обґрунтованих доз мінеральних та органічних добрив на фоні диференційованих систем основного обробітку ґрунту. Також важливе значення має врахування обсягів витрат ресурсів на одиницю одержаної продукції кожної культури сівозміни [8, 19, 29, 101, 209].

В першу чергу позитивна дія на рослини комплексу агрозаходів – зрошення, добрив, обробітку ґрунту тощо, зумовлена тим, що вони підвищують інтенсивність продукційних процесів, і як наслідок, забезпечують отримання максимального рівня врожайності та якості продукції [210, 223, 261].

## 7.1 Динаміка врожайності сільськогосподарських культур сівозміни залежно від природних та агротехнічних чинників

За результатами польових досліджень з визначенням урожайності сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні за перший рік досліджень (2008 р.) встановлено, що заміна обробітку ґрунту знаряддями полицевого типу на глибину від 20-22 до 28-30 см безполицевим розпушуванням на таку саму глибину та зменшення її глибини до 12-14 і 8-10 см з використанням знарядь чизельного і дискового типу сприяло істотному підвищенню урожайності пшениці озимої та, навпаки, призвело до різкого зниження урожайності кукурудзи, сої та ріпаку (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

### Урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність 4-пільної плодозмінної сівозміни-1 за умов зрошення, 2008 р.

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Урожайність с.-г. культур, т/га				Енергомісткість урожаю, ГДж /га	Приріст енергії ± до контролю, ГДж/га
		пшениця озима	соя	кукурудза на зерно	ріпак ярий		
1	Полицева різноглибинна	5,5	2,0	5,9	2,2	79,6	–
2	Безполицева різноглибинна	5,9	1,9	5,5	1,4	73,1	–6,5
3	Безполицева одноглибинна мілка	6,4	1,5	5,4	0,8	69,0	–10,6
4	Диференційована-1	6,2	2,1	6,3	1,4	80,0	+0,4
5	Диференційована-2	6,5	2,0	6,8	1,3	82,2	+2,6
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>6,8</b>	<b>12,3</b>	<b>9,7</b>	<b>35,4</b>	<b>7,2</b>	–
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,3	0,1	0,3	0,1		

Максимальна енергомісткість урожаю встановлена за диференційованих систем основного обробітку ґрунту (варіанти 4 і 5), де цей показник несуттєво перевищував контроль на 0,4-2,6 ГДж/га або на 0,5-3,2%. У варіантах з

безполицевим обробітком ґрунту (варіант 2, 3) цей показник був (на 6,5 та 10,6 ГДж/га або на 8,2 та 13,4%) істотно менший за перший варіант з полицевим різоглибинним основним обробітком ґрунту, що пояснюється відмінностями врожайності за цими варіантами.

Варіювання врожайності досліджуваних культур сівозміни було мінімальним – 6,8% у пшениці озимої, а при вирощуванні ріпаку ярого мінливість підвищилася до 35,4%.

На другий рік (2009 р.) ротації короткоротаційної сівозміни доведено, що пшениця озима позитивно реагувала на заміну полицевого основного обробітку ґрунту на безполицевий та диференційований, що підтверджено достовірним зростанням врожайності на 6,8-11,4% (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

**Урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність  
4-пільної плодозмінної сівозміни-1 за умов зрошення, 2009 р.**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Урожайність с.-г. культур, т/га				Енергомісткість урожаю, ГДж/га	Приріст енергії ± до контролю, ГДж/га
		пшениця озима	ріпак ярий	кукурудза на зерно	соя		
1	Полицева різоглибинна	4,4	1,8	6,0	3,2	82,9	–
2	Безполицева різоглибинна	4,7	1,5	5,7	2,3	75,9	–7,0
3	Безполицева одноглибинна мілка	4,7	1,2	5,3	2,1	71,6	–11,3
4	Диференційована-1	4,7	2,0	6,5	3,6	84,6	+ 1,7
5	Диференційована-2	4,9	1,5	6,8	2,4	80,6	–2,3
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>3,8</b>	<b>19,3</b>	<b>9,9</b>	<b>23,7</b>	<b>6,7</b>	–

НІР<sub>05</sub>, т/га                      0,16    0,10    0,22                      0,22

Максимальний рівень урожайності ріпаку ярого (2 т/га) та сої (3,6 т/га) забезпечило використання диференційованої - 1 системи основного обробітку ґрунту (варіант 4). У кукурудзи на зерно найкращі результати з врожайністю -



6,8 т/га визначено за диференційованої-2 системи основного обробітку (варіант 5). Використання безполицевих систем основного обробітку ґрунту (варіанти 2 і 3) призводило зниження врожайності, порівняно з контролем, у ріпаку ярого, відповідно на 16,7 та 33,3%, у кукурудзи на зерно – 5,0 і 11,7, у сої – 28,2 і 34,4%.

Найвища енергомісткість урожаю – 84,6 ГДж/га була в четвертому варіанті (диференційований основний обробіток ґрунту, за якого протягом ротації сівозміни чизельний обробіток чергувався з мілким безполицевим розпушуванням та одним щільуванням на 38-40 см за ротацію). За безполицевого одноглибинного мілкового (12-14 см) обробітку ґрунту (варіант 3) цей показник знизився до 71,6 ГДж/га, що на 11,3 ГДж/га або 13,6% менше за контрольний варіант (полицевий різноглибинний основний обробіток ґрунту).

Найменше варіювання показників врожайності проявилось у пшениці озимої ( $V=3,8\%$ ) та у кукурудзи на зерно ( $V=9,9\%$ ), а у ріпаку ярого та сої цей показник становив 19,3-23,7%, що свідчить про нестабільність дії основного обробітку ґрунту в короткоротаційній сівозміні на зрошенні при вирощуванні цих культур.

На третій рік ротації сівозміни (2010 р.) урожайність пшениці озимої змінювалася в межах 5,0-5,6 т/га (табл. 7.3). Застосування безполицевих способів основного обробітку ґрунту з глибиною розпушування від 8-10 см (варіант 5) до 20-22 см (варіант 2) в системах безполицевого різноглибинного, мілкового одноглибинного та диференційованого обробітку ґрунту в сівозміні сприяло підвищенню врожайності зерна на 0,1-0,6 т/га ( $НІР_{05} = 0,18$  т/га).

Коефіцієнт варіації як в перший, так і другий роки ротації сівозміни (2008, 2009 рр.) мінімального значення набули у пшениці озимої – 5,6%, та кукурудзи на зерно – 8,9, а у сої та ріпаку ярого підвищилися до 16,3 і 20,3%, відповідно.

Таблиця 7.3

**Урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність  
4-пільної плодозмінної сівозміни-1, 2010 р.**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Урожайність с.-г. культур, т /га				Енергомісткість урожаю, ГДж /га	Приріст енергії ± до контролю, ГДж/га
		пшениця озима	соя	кукурудза на зерно	ріпак ярий		
1	Полицева різноглибинна	5,0	2,3	6,8	2,3	84,0	–
2	Безполицева різноглибинна	5,1	1,9	5,8	2,0	75,4	–11,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	5,5	1,8	5,4	1,6	72,3	–2,7
4	Диференційована-1	5,6	2,4	6,6	2,3	81,3	–1,1
5	Диференційована-2	5,6	2,3	6,4	2,0	82,9	–8,6
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>5,6</b>	<b>16,3</b>	<b>8,9</b>	<b>20,3</b>	<b>6,4</b>	–

НІР<sub>05</sub>, т/га                      0,18    0,12    0,23                      0,19

У середньому за роки проведення досліджень (2007-2010 рр.) доведено, що врожайність культур короткоротаційної сівозміни різною мірою змінювалася під впливом систем основного обробітку ґрунту (табл. 7.4).

Найвищу продуктивність з 1 га сівозмінної площі забезпечили сільськогосподарські культури за різноглибинної полицевої та диференційованих систем основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1, 4, 5). Максимальну врожайність зерна на рівні 6,7 т/га сформувала кукурудза на зерно у п'ятому варіанті, а мінімальні значення – 1,2 т/га були у ріпаку ярого у варіанті з безполицевим одноглибинним мілким обробітком ґрунту.

Застосування чизельного і дискового обробітку на фоні різноглибинної та мілкої одноглибинної безполицевої систем основного обробітку ґрунту (варіант 2, 3) негативно позначилося на урожайності сої, кукурудзи та ріпаку ярого, і знизило рівень продуктивності сівозміни на 9,0-13,6%.

Таблиця 7.4

**Урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність  
сівозміни-1 (середнє за 2008-2010 рр.)**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Урожайність с.-г. культур, т/га				Енергомісткість урожаю, ГДж/га	Приріст енергії ± до контролю, ГДж/га
		пшениця озима	соя	кукурудза на зерно	ріпак ярий		
1	Полицева різноглибинна	5,0	2,5	6,2	2,1	82,2	–
2	Безполицева різноглибинна	5,2	2,0	5,7	1,6	74,8	–7,4
3	Безполицева одноглибинна мілка	5,5	1,8	5,4	1,2	71,0	–11,2
4	Диференційована-1	5,5	2,7	6,5	1,9	82,0	–0,2
5	Диференційована-2	5,7	2,2	6,7	1,6	82,0	–0,2
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>5,4</b>	<b>16,0</b>	<b>9,5</b>	<b>26,5</b>	<b>6,8</b>	–
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,21	0,11	0,25	0,17		

Коефіцієнт варіації досліджуваного показника істотно змінювався від 5,4% (слабка мінливість) у пшениці озимої до 26,5% (суттєве варіювання) – у ріпаку ярого.

## **7.2 Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін**

Результати обліку врожаю сільськогосподарських культур сівозміни за 2011 рік досліджень свідчать, що заміна обробітку ґрунту знаряддями з робочими органами полицевого типу (на глибину від 20 - 22 до 28 - 30 см) безполицевим розпушуванням на таку саму глибину та при зменшенні глибини до 12 - 14 і 8 - 10 см з використанням знарядь чизельного і дискового типу не призводили до зниження урожаю пшениці озимої та ячменю. Проте, урожайність зерна кукурудзи зменшилась з 6,6 до 4,4-5,7, сої з 2,8 до 1,9-2,3 т/га.

Найвищу продуктивність 1 га сівозмінної площі – 92,2; 92,3 ГДж валової енергії – забезпечили сільськогосподарські культури за диференційованих систем основного обробітку, перевищуючи різноглибинну безполицеву та мілку одноглибинну системи на 7,7 і 15,7% (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

**Урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність сівозміни-2 на зрошенні, 2011 р.**

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Урожайність культур, т/га				енергоємність та вартість на 1 га		КЕЕ
		ячмінь ярий	куку-рудза	соя	пшениця озима	витрат, Гдж грн	врожаю, Гдж грн	
1	Полицева різноглибинна	3,4	6,6	2,9	5,7	<u>37,8</u> 7965	<u>91,4</u> 19265	2,42
2	Безполицева різноглибинна	3,4	5,7	2,3	5,7	<u>36,4</u> 7668	<u>85,6</u> 18042	2,35
3	Безполицева одноглибинна	3,5	4,4	1,9	5,7	<u>35,2</u> 7416	<u>79,8</u> 16820	2,27
4	Диференційована-1	3,5	6,6	2,8	5,8	<u>36,6</u> 7714	<u>92,2</u> 19433	2,52
5	Диференційована-2	3,6	6,7	2,7	5,8	<u>35,6</u> 7503	<u>92,3</u> 19454	2,59
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,1	0,2	0,2	0,1			

Максимальне значення коефіцієнту енергетичної ефективності відповідало системам диференційованого основного обробітку ґрунту, за яких одна оранка і щільвання за ротацію сівозміни чергувалися з мілким та поверхневим розпушуванням і склало 2,52 і 2,59, відповідно. Тривале застосування системи безполицевого одноглибинного мілкового основного обробітку ґрунту призвело зниження окупності енергетичних витрат, порівняно з контролем на 6,2%, а порівняно з диференційованими системами, відповідно, на 9,9 та 12,4%, що пов'язано зі зменшенням глибини обробітку ґрунту.

Аналізуючи дані врожайності досліджуваних культур сівозміни в умовах посушливого 2012 р. встановлено, що найвищі її показники, виражені в зернових і кормових одиницях, належать варіанту з різноглибинним

полицевим – 5,36 зернових одиниць і 5,76 кормових одиниць та диференційованим (варіант 4) обробітком ґрунту – 5,65 зернових одиниць та 6,08 кормових одиниць у розрахунку на 1 га сівозмінної площі (табл. 7.6).

Таблиця 7.6

**Урожайність культур та продуктивність сівозміни-2 за різних систем  
основного обробітку ґрунту та удобрення, 2012 р.**

Культура сівозміни	Доза мінеральних добрив та інокулянти (фактор В)	Урожайність (т/га) за системами основного обробітку ґрунту (фактор А)				
		полиц. різноггл.	безполиц. різноггл.	безпол одноглиб.	диферен.-1	диферен.- 2
Ячмінь озимий	–	2,20	2,20	1,90	2,10	1,70
Соя	без обробки інокул. АБМ	2,80	2,75	2,30	3,10	2,44
	з обробкою інокул. АБМ	3,15	3,10	2,61	3,52	2,78
Кукурудза	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	8,96	9,00	7,91	9,43	9,54
	N <sub>150</sub> P <sub>60</sub>	9,34	9,38	8,00	10,14	9,73
	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub>	9,99	9,61	8,34	10,99	9,98
Соя	без обробки інокул. Ризогумін	3,08	2,78	2,34	2,86	2,42
	з обробкою інокул. Ризогумін	3,38	3,00	2,56	3,08	2,65
Середнє по сівозміні	в кормових одиницях	5,76	5,96	5,13	6,08	5,91
	в зернових одиницях	5,36	6,34	5,43	5,65	6,14
НР <sub>05</sub> , т/га за культурами сівозміни: ячмінь озимий – 0,09; соя: А – 0,14, В – 0,12; кукурудза: А – 0,32, В – 0,25; соя: А – 0,16, В – 0,15						

Заміна різноглибинних полицевої, безполицевої і диференційованих систем обробітку ґрунту на систематичне мілке безполицеве розпушування

призвела зниження продуктивності сівозміни до 5,43 тонн зернових одиниць та 5,13 кормових одиниць з 1 га.

Продуктивність плодозмінної сівозміни за виходом валової енергії у варіанті різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту склала 93,4 ГДж/га, а у варіантах диференційованих (варіанти 4, 5) систем вона зменшилася на 8,5 і 13,2% та відповідно склала 85,5 і 81,1 ГДж/га.

У варіанті глибокого безполицевого розпушування вона склала 89,9 ГДж/га, або знизилась порівняно з оранкою на 3,8%, а у варіанті безполицевого мілкового обробітку рівень продуктивності знизився до 72,2 ГДж/га або на 22,1%.

Витрати сукупної енергії на формування врожаю в розрахунку на гектар сівозмінної площі у варіанті різноглибинної оранки склали 37,8 ГДж, у варіанті різноглибинного безполицевого розпушування 36,4 ГДж, при одноглибинному мілкому – 35,2 ГДж, та при диференційованих системах обробітку відповідно 36,1 та 35,9 ГДж.

У цілому найвищий прибуток у розрахунку на один гектар сівозмінної площі – 8162 грн та енергетичний коефіцієнт 2,6 отримано у варіанті різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби.

Близьким за ефективністю був варіант 4 з диференційованою-1 системою обробітку. Тут прибуток склав 7216 грн/га, а енергетичний коефіцієнт – 2,49.

При аналізі даних врожайності сільськогосподарських культур сівозміни з системою удобрення-1 у 2013 р. (соя, ячмінь озимий –  $N_{60}P_{60}$ , кукурудза на зерно –  $N_{120}P_{60}$ ) встановлено, що найвищі її показники, виражені в кормових та зернових одиницях належать варіанту з різноглибинним полицевим (7,31 к.о. і 6,91 з.о.) та безполицевим обробітком ґрунту (7,06 к.о. і 6,70 з.о.) у розрахунку на 1 га сівозмінної площі (табл. 7.7).

Підвищення дози азотних добрив під посіви ячменю озимого до  $N_{90}$  кг д.р., кукурудзи на зерно до  $N_{180}$  кг д.р. та обробка насіння сої інокулянтами Ризогумін та АБМ (система удобрення-2) сприяло росту продуктивності культур на 11,0-12,8% зернових та 12,2-20,0 % кормових одиниць.

Заміна полицевого та безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту на систематичне мілке розпушування (варіант 3) призвело зниження продуктивності до 5,69 з.о. і 5,57 к. о. за першої системи удобрення досліджуваних культур сівозміни та до 6,43 з.о. і 6,34 к.о. – за другої системи удобрення.

Таблиця 7.7

**Продуктивність 4-пільної плодозмінної сівозміни-2 на зрошенні за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, т/га (2013 р.)**

Культура сівозміни	Доза мінеральних добрив і інокулянт	Система основного обробітку ґрунту				
		полиц. різноггл.	безполиц. різноггл.	безпол. одноггл.	диферен.-1	диферен.-2
<b>Система удобрення - 1</b>						
Ячмінь озимий	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	4,24	4,09	3,76	4,02	3,94
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> без обробки інокулянтом	3,38	3,23	2,28	2,53	2,39
Кукурудза на зерно	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	13,4	13,1	11,1	12,5	13,7
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> без обробки інокулянтом	3,30	3,13	2,31	2,92	2,43
Середнє по сівозміні	в зернових одиницях	7,31	7,06	5,69	4,48	6,48
	в кормових одиницях	6,91	6,70	5,57	6,28	6,46
<b>Система удобрення - 2</b>						
Ячмінь озимий	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	4,63	4,51	4,14	4,41	4,35
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + АБМ	3,66	3,53	2,54	2,87	2,68
Кукурудза на зерно	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	15,6	15,4	12,9	14,9	15,9
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + ризогумін	3,52	3,31	2,50	3,16	2,61
Середнє по сівозміні	в зернових одиницях	8,18	7,94	6,43	7,43	7,34
	в кормових одиницях	8,65	7,63	6,34	7,26	7,36

За результатами узагальнення польових досліджень у сівозміні в 2014 р. встановлено, що за використання першої системи удобрення (соя, ячмінь озимий – N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>, кукурудза на зерно – N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>) максимальний рівень

продуктивності, виражений у показниках кормових та зернових одиниць, встановлено за використання диференційованої-1 системи основного обробітку, яка забезпечила формування 7,01 к.о. та 7,13 з.о. (табл. 7.8).

Таблиця 7.8

**Продуктивність 4 - пільної плодозмінної сівозміни-2 за різних систем  
основного обробітку ґрунту та удобрення, т/га (2014 р.)**

Культура сівозміни	Доза мінеральних добрив і інокулянт	Система основного обробітку ґрунту				
		полиц. різноггл.	безполиц. різноггл.	безпол одногліб.	диферен.- 1	диферен.-2
<i>Система удобрення - 1</i>						
Ячмінь озимий	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	4,42	4,11	3,87	4,30	4,15
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> без обробки інокулянтом	3,08	2,93	2,29	3,25	2,87
Кукурудза на зерно	N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	12,3	11,8	9,7	12,9	12,0
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> без обробки інокулянтом	3,31	3,09	2,42	3,28	2,77
Середнє по сівозміні	в зернових одиницях	6,95	6,58	5,41	7,13	6,47
	в кормових одиницях	6,80	6,47	5,34	7,01	6,41
<i>Система удобрення - 2</i>						
Ячмінь озимий	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>	4,82	4,50	4,29	4,76	4,61
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + АБМ	3,40	3,29	2,56	3,51	3,17
Кукурудза на зерно	N <sub>180</sub> P <sub>60</sub>	15,7	15,1	12,7	16,4	15,3
Соя	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + ризогумін	3,50	3,23	2,66	3,54	3,09
Середнє по сівозміні	в зернових одиницях	8,12	7,72	6,49	8,34	7,68
	в кормових одиницях	8,09	7,71	6,51	8,34	7,71

Також високими – на рівні 6,80 к.о. і 6,95 з.о., ці показники були при застосуванні різноглибинного полицевого обробітку ґрунту.

Підвищення дози азотних добрив при вирощуванні ячменю озимого до N<sub>90</sub>, кукурудзи на зерно до N<sub>180</sub>, а також обробка насіння сої інокулянтами



(система удобрення - 2) сприяло підвищенню продуктивності досліджуваних культур сівозміни в середньому на 15,1% зернових та на 16,4% кормових одиниць.

На ділянках, де полицевий і безполицевий різноглибинний основний обробіток ґрунту замінювали систематичним мілким розпушуванням встановлено зниження показників продуктивності – до 5,4 з.о. і 5,3 к. о. за першої системи удобрення, та відповідно до 6,5 з.о. і 6,5 к.о. за другої системи удобрення.

У наших дослідженнях, як відзначалося раніше, під впливом систем полицевого, безполицевого й диференційованого обробітку ґрунту відбувалися зміни агрофізичних властивостей, поживного режиму у сівозмінах на зрошуваних землях, що обумовило створення різних умов для росту й розвитку сільськогосподарських культур, формування врожаю і якості отриманої продукції. Унаслідок цього продуктивність сівозмін була різною.

Так, за органо-мінеральної системи удобрення-1 при використанні на добриво всієї листостеблової маси культур сівозміни, інокуляції насіння сої мікробними препаратами та внесенні 75,0 кг діючої речовини азотних та 60 кг діючої речовини фосфорних добрив на 1 га сівозмінної площі найвищий рівень урожайності культур сівозміни забезпечила диференційована система основного обробітку-1 з одним глибоким (38-40 см) щілюванням за ротацію сівозміни (табл. 7.9). Системи різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням і без обертання скиби та диференційована-2 забезпечили показники продуктивності на 2,5-9,3% нижчі за диференційовану-1.

Беззмінне застосування протягом ротацій сівозміни мілкого (12-14 см) безполицевого розпушування призвело до істотного зниження урожайності особливо просапних культур, а також продуктивності сівозміни в цілому за повну ротацію за виходом зернових одиниць на 20,6%, порівняно з системою різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби.

Збільшення дози внесення азотного добрива до 97,5 кг/га діючої речовини на 1 га сівозмінної площі забезпечило підвищення урожайності всіх культур

сівозміни, водночас закономірність, що спостерігалася при внесенні дози 75 кг/га діючої речовини збереглася. Слід відзначити, що найбільш позитивну реакцію на покращення фону азотного живлення мала кукурудза – зростання врожайності в середньому по фактору з 11,3 до 13,8 т/га або на 17,6%, а також ячмінь озимий – з 3,6 до 4,1 т/га або на 12,1%.

Таблиця 7.9

**Урожайність сільськогосподарських культур та продуктивність сівозміни-2 за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, т/га (середнє за 2011-2015 рр.)**

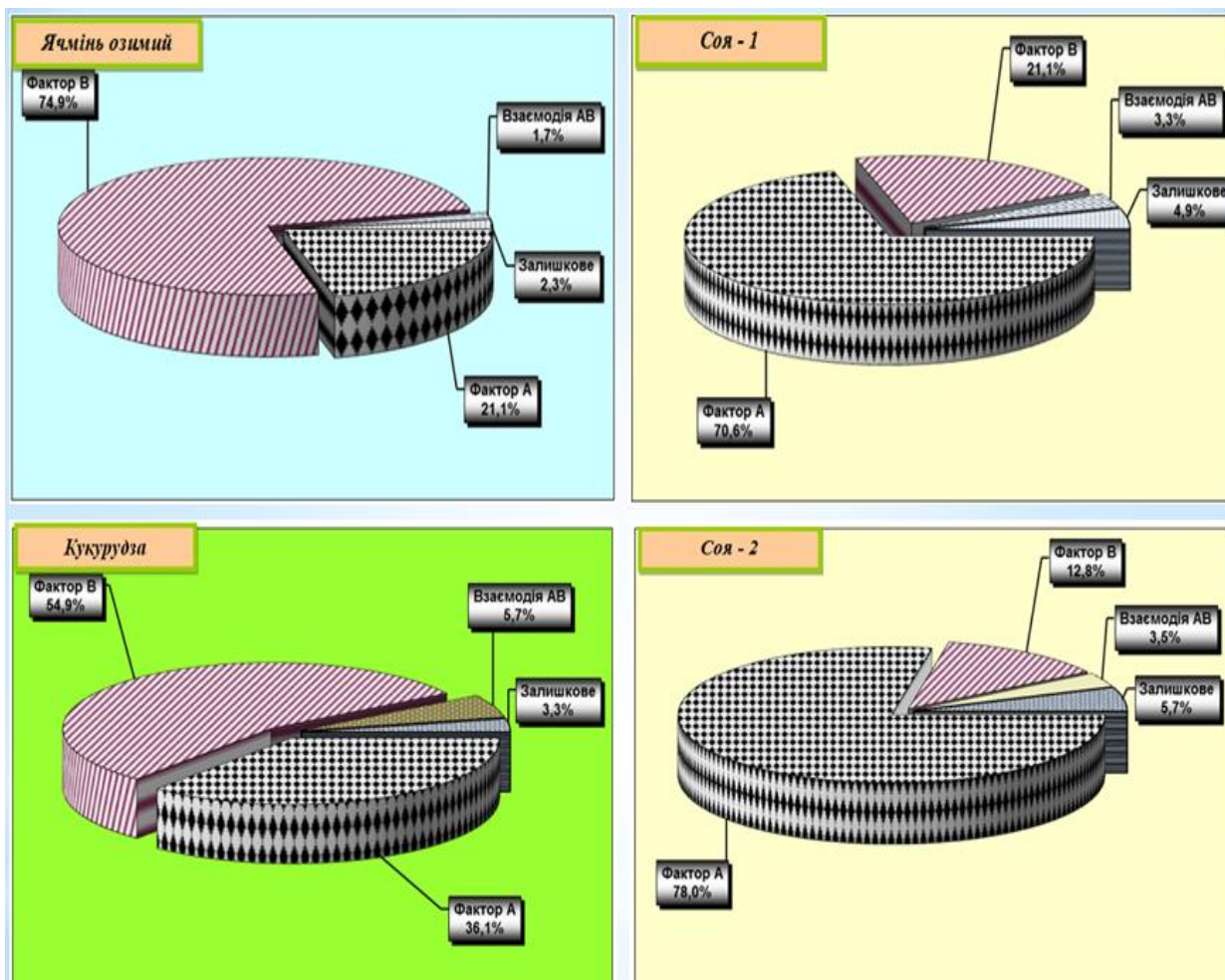
Система основного обробітку ґрунту (фактор А)	Система удобрення (фактор В)	Культури			
		ячмінь озимий	соя	кукурудза на зерно	соя
Полицевий різноглибинний	N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>	3,8	3,1	11,8	3,2
	N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>	4,3	3,4	14,3	3,5
Безполицева різноглибинна	N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>	3,7	3,0	11,5	3,0
	N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>	4,2	3,3	13,9	3,2
Безполицева одноглибинна мілка	N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>	3,4	2,2	9,5	2,3
	N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>	3,8	2,5	11,6	2,5
Диференційована-1	N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>	3,7	3,0	12,0	3,1
	N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>	4,2	3,4	14,7	3,3
Диференційована-2	N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>	3,5	2,6	12,0	2,6
	N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>	4,1	2,9	14,3	2,9
Середнє		3,9	3,0	12,6	3,0
НІР <sub>05</sub> , т/га		0,11	0,16	0,34	0,19
		0,12	0,11	0,25	0,10
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>		<b>8,1</b>	<b>13,4</b>	<b>13,6</b>	<b>12,5</b>

В середньому по сівозміні найвищу продуктивність забезпечували культури за використання полицевої різноглибинної (варіант 1) та диференційованої-1 (варіант 4) систем основного обробітку ґрунту. Істотне зниження врожайності відзначено у варіанті одноглибинного мілкого (12-14 см) безполицевого розпушування, де вона зменшилася в середньому: у ячменю озимого на 10,5%; сої – 28,1; 29,0; кукурудзи на зерно – 19,5%.

Збільшення дози внесення мінеральних добрив з N<sub>75</sub>P<sub>60</sub> до N<sub>97,5</sub>P<sub>60</sub> на фоні використання на добриво листостеблової маси усіх культур короткоротаційної сівозміни забезпечило зростання рівня їх урожайності наступним чином:

ячменю озимого на 13,9%; сої – на 10,7; кукурудзи – на 21,2%.

Дисперсійним аналізом обґрунтовано різницю часток впливу систем основного обробітку ґрунту та удобрення на врожайність культур досліджуваної сівозміни на зрошенні (рис. 7.1).



**Рис. 7.1 Частка впливу досліджуваних факторів – основного обробітку ґрунту (фактор А) та удобрення (фактор В) на врожайність культур сівозміни-2 на зрошенні, % (середнє за 2011-2015 рр.)**

Так, у ячменю озимого та кукурудзи на продуктивність рослин максимально впливали азотні добрива, які у формуванні врожайності цих культур відповідно склали 74,9 та 54,9%. Частка впливу різних систем основного обробітку ґрунту становила на ячмені – 21,1, а кукурудзі – 36,1%..

За вирощування сої, навпаки, у короткоротаційній сівозміні на зрошенні найвищий вплив на продуктивність рослин мав фактор А (система основного

обробітку ґрунту) – 70,6-78,0%, а на добрива припадало лише 12,8-21,1%. Взаємодія досліджуваних факторів була несуттєвою.

За внесення добрив у дозах  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  системи різноглибинного основного обробітку ґрунту без обертання скиби та диференційована-2 спричинили зниження продуктивності сівозміни за виходом зернових одиниць відповідно на 3,8 та 7,8%, порівняно з системою різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби (рис. 7.2).

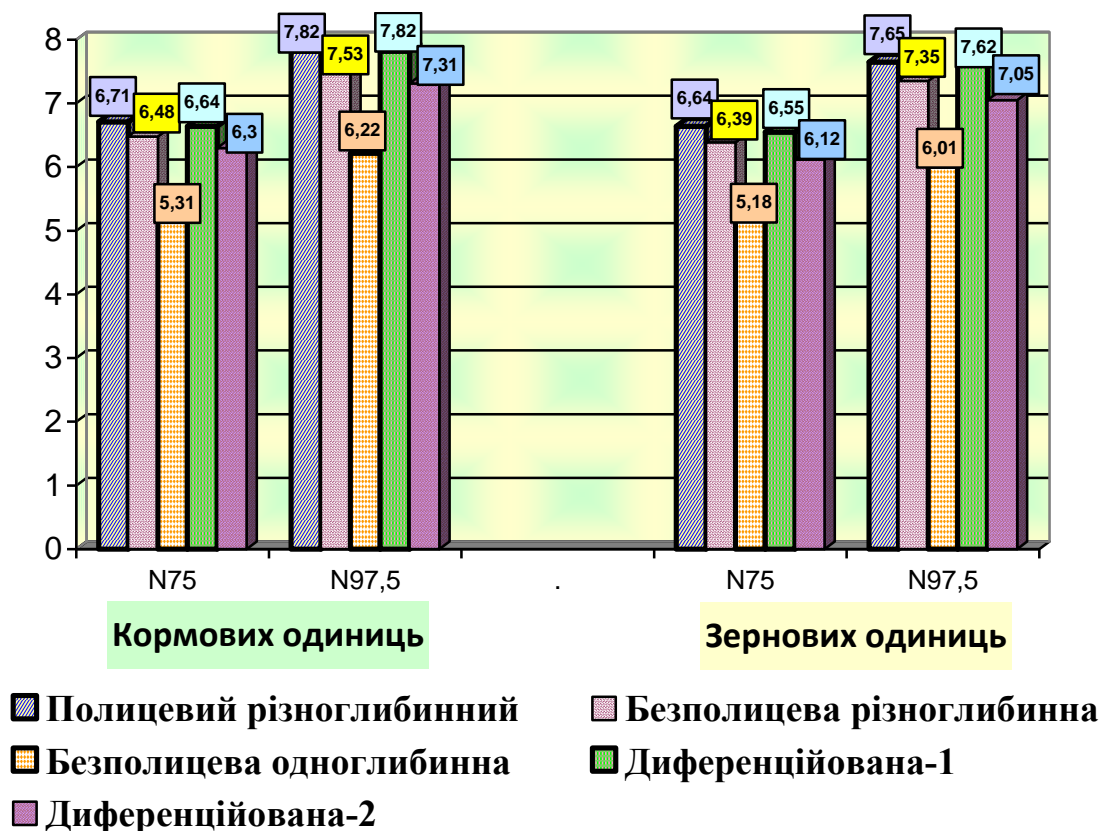


Рис. 7.2 Продуктивність сівозміни-2 за різних систем основного обробітку та удобрення, т/га

Беззмінне застосування протягом ротації сівозміни мілкого (12-14 см) безполицевого розпушування призвело до істотного зниження врожайності, особливо просапних культур, а також продуктивності сівозміни за виходом зернових одиниць на 22,0%, порівняно з системою різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби.

Підвищення дози азотних добрив під ячмінь озимий до  $N_{90}$ , кукурудзу на зерно до  $N_{180}$  та обробка насіння сої інокулянтами Ризогумін та АБМ (система удобрення - 2) сприяло росту продуктивності культур на 12,3-15,5% зернових одиниць.

Заміна полицевого та безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту на систематичне мілке розпушування (варіант 3) призвело до зниження продуктивності до 5,18 з.од. у першій системі удобрення та до 6,01 з.од. у другій системі удобрення.

### **7.3 Моделювання балансу гумусу в ґрунті за вирощування культур сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення**

Багаторічними дослідженнями динаміки вмісту гумусу у сівозмінах на зрошенні визначено, що застосування протягом першого десятиліття (1966-1976 рр.) різноглибинної оранки забезпечувало рівномірний приріст гумусу у всіх варіантах досліду на рівні 0,7-0,8 тонн у розрахунку на один гектар сівозмінної площі (рис. 7.3).

Упродовж наступного десятиліття (1976-1986 рр.) з переходом на безполицеві системи обробітку ґрунту приросту гумусу не встановлено, а продуктивність сівозміни знизилася на 3-7%, за винятком варіанту різноглибинної оранки (контроль). З 1986 року було збільшено дозу внесення мінеральних добрив до  $N_{157}P_{110}$ , гною до 15 тонн в розрахунку на один гектар сівозмінної площі. Як результат продуктивність цієї сівозміни в умовах зрошення за виходом кормових одиниць у варіанті різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби склала 12,8 т/га к. од.

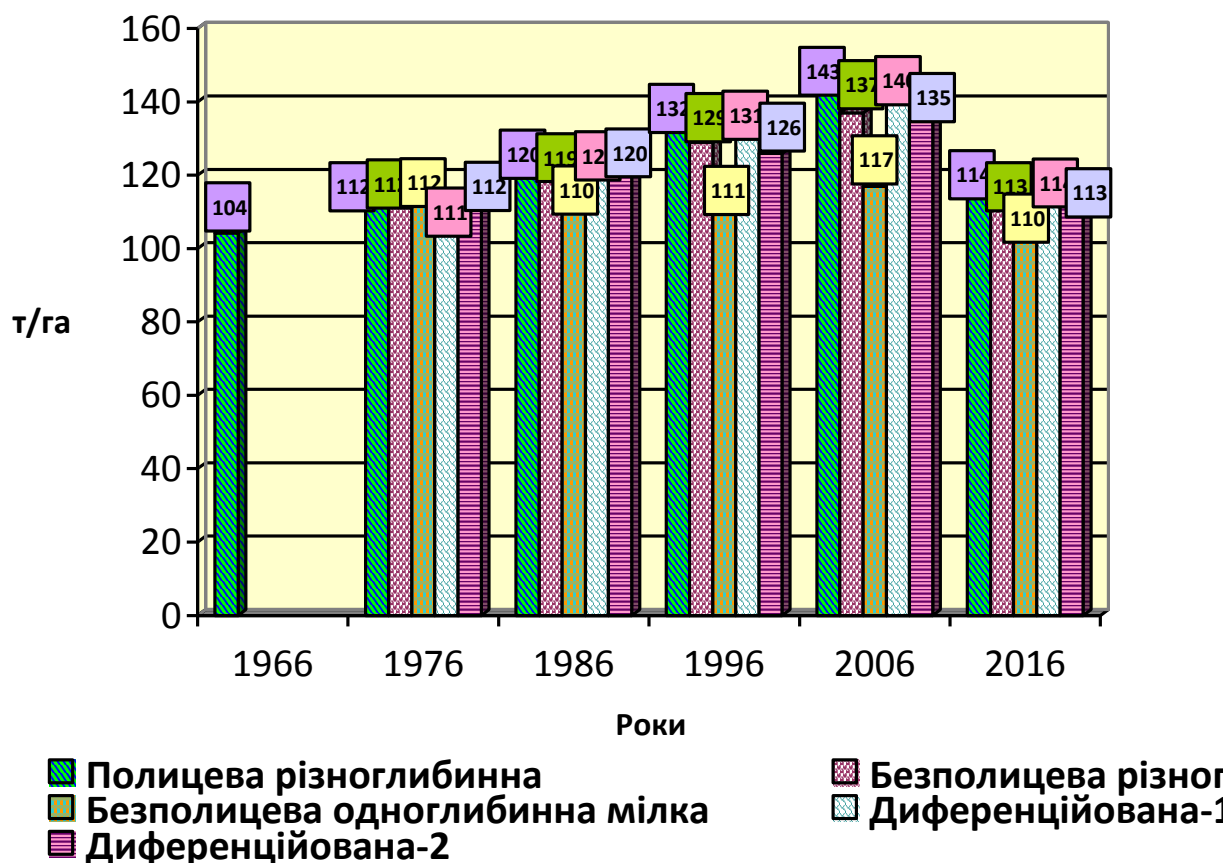


Рис. 7.3 Динаміка запасів гумусу в шарі ґрунту 0-40 см залежно від систем основного обробітку у сівозміні за період 1966-2016 рр., т/га

За диференційованого обробітку, де протягом ротації сівозміни чергували оранку з фрезерним і дисковим розпушуванням та щільюванням, продуктивність становила 12,6-13,0 т/га к. од. З 1986 по 1996 і 2006 рік визначали підвищення вмісту гумусу в усіх варіантах дослідів. За різноглибинної оранки середньорічний його приріст склав 1,1 т/га, за різноглибинного безполицевого та диференційованих систем обробітку ґрунту він на 18,2% був нижчим.

З 1986 по 1996 і 2006 рік відзначався приріст гумусу в усіх варіантах дослідів. За різноглибинної оранки середньорічний приріст склав 1,1 т/га, за різноглибинного безполицевого та диференційованих систем обробітку він був нижчим на 18,2% і становив 0,9 т/га, а тривале застосування одноглибинного мілкового (12-14 см) безполицевого розпушування також забезпечувало

позитивний баланс гумусу, водночас середньорічний його приріст не перевищував 0,3 т/га.

За період дослідження двох короткоротаційних сівозмін з 2007 по 2010 та з 2011 по 2016 рр. визначено зменшення вмісту гумусу в шарі ґрунту 0-40 см до рівня показників 1976 р. – 110,2-114,4 т/га. Так, у варіанті одноглибинного мілкого безполицевого обробітку ґрунту зменшення склало 6,0%, а максимальне (на 20%) визначено за використання різноглибинного полицевого обробітку (варіант 1).

Для припинення зниження вмісту гумусу нами було розроблено оптимізаційну модель шляхом зменшення питомої ваги сої у короткоротаційній сівозміні до 25%, заробки всієї листостеблової маси культур та внесення мінеральних добрив на запланований рівень урожаю.

За роки досліджень встановлено, що вміст гумусу істотною мірою залежав від біологічних особливостей сільськогосподарських культур сівозмін, а також від впливу досліджуваних систем основного обробітку ґрунту та удобрення. Так, результати агрохімічних аналізів з визначення вмісту в ґрунті доступних елементів мінерального живлення свідчать, що рослини кукурудзи на початку вегетації добре забезпечені поживними речовинами і їх вміст у шарі ґрунту 0-40 був достатнім для росту й розвитку рослин як за рахунок поживних речовин внесених з мінеральними добривами, так і внаслідок мінералізації органічної речовини післяжнивних решток (кореневих і листостеблових). Слід відзначити, що попередником кукурудзи у сівозміні була соя. Ця культура, як і всі однорічні бобові, більшу частину засвоєного азоту використовує на формування зерна і виносить з урожаєм приблизно стільки ж азоту, скільки його зв'язує.

Отже, зернобобові культури не мають здатності істотно збагачувати ґрунт азотом, а лише меншою мірою, ніж інші культури, виснажують його. Крім того, післяжнивна листостеблова маса бобових культур мінералізується протягом короткого проміжку часу й забезпечує поживними речовинами наступні

культури сівозміни. Завдяки таким властивостям соя є добрим попередником для усіх культур сівозмін на зрошуваних землях.

Визначенням маси листостеблових решток після збирання врожаю сої визначено, що на неудобреному фоні за варіантами обробітку ґрунту під кукурудзу на поверхні ґрунту їх знаходилось від 2,71 до 3,05 т/га (табл. 7.10).

Таблиця 7.10

**Розрахунковий баланс гумусу в орному шарі ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення під кукурудзу на зерно в сівозміні-2 на зрошенні, т/га**

Система основного обробітку ґрунту	Маса решток	Прихід гумусу	Втрати гумусу	Баланс гумусу	Гній для компенсації втрат
Без добрив					
Полицева різноглибинна	3,05	0,70	1,2	-0,50	2,2
Безполицева різноглибинна	2,84	0,65	1,2	-0,55	2,4
Безполицева одноглибинна мілка	2,71	0,62	1,2	-0,58	2,5
Диференційована-1	3,04	0,70	1,2	-0,50	2,2
Диференційована-2	2,90	0,67	1,2	-0,53	2,3
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	3,53	0,81	1,2	-0,39	1,7
Безполицева різноглибинна	3,31	0,76	1,2	-0,44	1,9
Безполицева одноглибинна мілка	3,05	0,70	1,2	-0,50	2,2
Диференційована-1	3,53	0,81	1,2	-0,39	1,7
Диференційована-2	3,14	0,72	1,2	-0,48	2,1
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	3,90	0,90	1,2	-0,30	1,3
Безполицева різноглибинна	3,68	0,85	1,2	-0,35	1,5
Безполицева одноглибинна мілка	3,10	0,76	1,2	-0,44	1,9
Диференційована-1	3,65	0,84	1,2	-0,36	1,6
Диференційована-2	3,42	0,79	1,2	-0,41	1,8

Закладання варіантів основного обробітку з обертанням і без обертання скиби та відповідною схемі дослідів глибиною розпушування під кукурудзу



створювало різні умови для розкладання післяжнивних решток. Внесення мінеральних добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  забезпечило зростання маси післяжнивних решток, яка використовувалася на удобрення.

За варіантами основного обробітку їх було зароблено в ґрунт в межах 3,05-3,53 т/га. За подальшого підвищення дози внесення мінеральних добрив до  $N_{97,5}P_{60}$  в середньому на один гектар сівозмінної площі, маса післяжнивних решток, використаних на удобрення, зросла відповідно до 3,10-3,90 т/га або на 1,6-10,5%.

Визначення розрахункових показників утворення гумусу, відповідно до маси загорнених в ґрунт післяжнивних решток, свідчить про його від'ємний баланс на неудобреному фоні в усіх варіантах систем основного обробітку ґрунту з найвищим показником (мінус 0,58 т/га) за одноглибинного мілкого безполицевого обробітку.

На удобрених варіантах з внесенням  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  також відзначено від'ємний баланс гумусу, відповідно до доз внесення мінеральних добрив (мінус 0,50 та 0,44 т/га). Проте він був нижчим на 13,8 та 24,1%, порівняно з неудобреним фоном. Це можна пояснити тим, що в сівозмінах на зрошуваних землях за внесення різних доз мінеральних добрив активізуються процеси розкладання листостеблової маси сільськогосподарських культур сівозмін та створюються умови для більшого накопичення гумусу в орному шарі, порівняно з неудобреним фоном.

Проведення розрахунків з визначення приходу в ґрунт елементів мінерального живлення з післяживною листостебловою масою та кореневою системою сої за різних систем основного обробітку та удобрення свідчить про те, що вміст азоту в орному шарі зріс від 13,5 до 19,6 кг, фосфору – 6,8-9,8 кг та калію – 16,2-23,5 кг д. р. на гектар сівозмінної площі (табл. 7.11).

При визначенні на початку вегетації кукурудзи на зерно вмісту рухомих форм елементів мінерального живлення в шарі ґрунту 0 – 40 см встановлено, що найбільше нітратів утворилося у варіанті різноглибинної полицевої та диференційованої-1 системи основного обробітку ґрунту в сівозміні. Їх

кількість на неудобреному фоні у варіанті-1 (контроль) становила 39,2 мг/кг, за дози внесення  $N_{75}P_{60}$  – 69,0, а за внесення  $N_{97,5}P_{60}$  – 87,3 мг/кг ґрунту. За диференційованої – 1 системи основного обробітку ґрунту, відповідно, 38,7; 68,0 та 83,2 мг/кг ґрунту.

Таблиця 7.11

**Надходження в ґрунт НРК з післяжнивними рештками сої за різних систем основного обробітку та удобрення під кукурудзу в сівозміні-2 на зрошенні, кг/га**

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку	Маса решток т/га	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив					
Полицева різноглибинна	28-30 (о)	3,05	15,2	7,6	18,2
Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	2,84	14,2	7,1	17,0
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	2,71	13,5	6,8	16,2
Диференційована-1	20-22 (о)	3,04	15,2	7,6	18,2
Диференційована-2	28-30 (о)	2,9	14,6	7,3	17,5
$N_{75}P_{60}$					
Полицева різноглибинна	28-30 (о)	3,53	17,6	8,8	21,1
Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	3,31	16,5	8,3	19,8
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	3,05	15,2	7,6	18,2
Диференційована-1	20-22 (о)	3,53	17,6	8,8	21,1
Диференційована-2	28-30 (о)	3,14	15,7	7,8	18,8
$N_{97,5}P_{60}$					
Полицева різноглибинна	28-30 (о)	3,90	19,6	9,8	23,5
Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	3,68	18,5	9,3	22,2
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	3,1	16,9	8,4	20,2
Диференційована-1	20-22 (о)	3,65	18,3	9,1	21,9
Диференційована-2	28-30 (о)	3,42	17,2	8,6	20,6

При вирощуванні пшениці озимої, як попередника сої, на неудобреному фоні було зароблено в ґрунт від 4,96 до 5,38 т/га післяжнивних решток

(корневих і листостеблових) за варіантами основного обробітку ґрунту (табл. 7.12). Внесення мінеральних добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  на один гектар сівозмінної площі забезпечило зростання урожаю, а відповідно і підвищувалася маса рослинних решток, яка використовувалася на удобрення. Встановлено, що за варіантами основного обробітку ґрунту було зароблено в ґрунт відповідно – 8,12; 7,80; 7,63; 8,08; 7,78 т/га післяжнивних решток.

Таблиця 7.12

**Розрахунковий баланс гумусу в орному шарі ґрунту за різних систем  
основного обробітку ґрунту та удобрення під сою в сівозміні-2  
на зрошенні, т/га**

Система основного обробітку ґрунту	Маса решток	Прихід гумусу	Втрати гумусу	Баланс гумусу	Гній для компенсації втрат
Без добрив					
Полицева різноглибинна	5,38	1,08	1,08	-0,02	0,1
Безполицева різноглибинна	5,19	1,04	1,04	-0,06	0,3
Безполицева одноглибинна мілка	4,96	0,99	0,99	-0,11	0,5
Диференційована-1	5,32	1,06	1,06	-0,04	0,2
Диференційована-2	5,19	1,04	1,04	-0,06	0,3
$N_{75}P_{60}$					
Полицева різноглибинна	8,12	1,62	1,1	+0,52	0
Безполицева різноглибинна	7,80	1,53	1,1	+0,46	0
Безполицева одноглибинна мілка	7,63	1,53	1,1	+0,42	0
Диференційована-1	8,08	1,62	1,1	+0,52	0
Диференційована-2	7,78	1,56	1,1	+0,46	0
$N_{97,5}P_{60}$					
Полицева різноглибинна	8,96	1,80	1,1	+0,70	0
Безполицева різноглибинна	8,62	1,72	1,1	+0,62	0
Безполицева одноглибинна мілка	8,07	1,61	1,1	+0,51	0
Диференційована-1	8,20	1,64	1,1	+0,54	0
Диференційована-2	7,89	1,58	1,1	+0,48	0

За подальшого підвищення дози внесення мінеральних добрив до  $N_{97,5}P_{60}$  на один гектар сівозмінної площі маса післяжнивних решток пшениці озимої, використаних на удобрення, зросла за варіантами на 10,3; 10,5; 5,8; 1,5; 1,4%.

Проведення розрахунків утворення гумусу від загорнених в ґрунт післяжнивних решток свідчить про те, що на неудобреному фоні відзначається від'ємний баланс гумусу в усіх варіантах систем основного обробітку ґрунту й найвищим він був за одноглибинного мілкового безполицевого розпушування з показником мінус 0,11 т/га.

За внесення дози добрив  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  відзначено приріст гумусу. Так, у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованої-1 систем основного обробітку приріст гумусу з внесенням в середньому на один гектар сівозмінної площі  $N_{75}P_{60}$  був найвищим і становив +0,52 т/га, а при внесенні  $N_{97,5}P_{60}$  він дорівнював 0,54-0,70 т/га.

За нашими розрахунками в ґрунт з післяжнивними рештками, залежно від систем основного обробітку ґрунту на неудобреному фоні, надійшло азоту від 21,5 до 23,5 кг, фосфору від 10,8 до 11,8 кг та калію 25,8 до 28,2 кг на один гектар сівозмінної площі (табл. 7.13).

Вміст в ґрунті основних елементів мінерального живлення за варіантами дослідів свідчить про те, що внесені мінеральні добрива і зароблені в ґрунт післяжнивні рештки (кореневі та листостеблові) істотно вплинули на забезпечення рослин поживними речовинами. Внесення мінеральних добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  на 1 гектар сівозмінної площі забезпечило зростання маси післяжнивних решток, яка використовувалася на удобрення і, відповідно, збільшилося надходження нітратного азоту, рухомого фосфору й обмінного калію.

За подальшого підвищення дози внесення мінеральних добрив до  $N_{97,5}P_{60}$  у розрахунку на один гектар сівозмінної площі надходження нітратів зросло на 5,6, рухомого фосфору – 5,8, обмінного калію – 5,8%, в середньому по варіантах систем основного обробітку ґрунту в сівозміні, порівняно з фоном живлення  $N_{75}P_{60}$ .

Таблиця 7.13

**Надходження в ґрунт NPK з післяжнивними рештками пшениці озимої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення під сою в сівозміні-2 на зрошенні, кг/га**

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку	Маса решток т/га	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив					
Полицева різноглибинна	23-25 (о)	5,38	23,5	11,8	28,2
Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	5,19	22,6	11,3	27,1
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	4,96	21,5	10,8	25,8
Диференційована-1	12-14 (д+щ)	5,32	23,1	11,5	27,7
Диференційована-2	14-16 (ч)	5,19	22,6	11,3	27,1
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	23-25 (о)	8,12	35,2	17,6	42,2
Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	7,80	33,9	17,0	40,7
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	7,63	33,3	16,6	39,9
Диференційована-1	12-14 (д+щ)	8,08	35,7	17,8	42,8
Диференційована-2	14-16 (ч)	7,78	33,9	17,0	40,7
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	23-25 (о)	8,96	39,2	19,6	47,0
Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	8,62	37,4	18,7	44,9
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	8,07	35,0	17,5	42,0
Диференційована-1	12-14 (д+щ)	8,20	35,7	17,8	42,8
Диференційована-2	14-16 (ч)	7,89	34,4	17,2	41,2

Від загорнених у ґрунт післяжнивних решток ріпаку ярого на неудобреному фоні відзначено від'ємний баланс гумусу в усіх варіантах систем основного обробітку ґрунту і найвищим він був за одноглибинного мілкового безполицевого з показником мінус 0,28 т/га.

На удобрених фонах з внесенням N<sub>75</sub>P<sub>60</sub> та N<sub>97,5</sub>P<sub>60</sub> відзначається приріст гумусу, тобто баланс перетворився на додатний (табл. 7.14).

Таблиця 7.14

**Розрахунковий баланс гумусу в орному шарі ґрунту за різних систем  
основного обробітку та удобрення під сою в сівозміні-2 на зрошенні, т/га**

Система основного обробітку ґрунту	Маса решток	Прихід гумусу	Втрати гумусу	Баланс гумусу	Гній для компенсації втрат
Без добрив					
Полицева різноглибинна	4,93	0,99	1,2	-0,21	0,9
Безполицева різноглибинна	4,82	1,06	1,2	-0,14	0,8
Безполицева одноглибинна мілка	4,20	0,92	1,2	-0,28	1,2
Диференційована-1	5,12	1,13	1,2	-0,07	0,3
Диференційована-2	4,76	1,05	1,2	-0,15	0,7
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	8,24	1,81	1,2	+0,61	0
Безполицева різноглибинна	8,03	1,77	1,2	+0,57	0
Безполицева одноглибинна мілка	6,79	1,49	1,2	+0,29	0
Диференційована-1	8,71	1,92	1,2	+0,72	0
Диференційована-2	7,84	1,72	1,2	+0,52	0
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	8,53	1,88	1,2	+0,68	0
Безполицева різноглибинна	8,27	1,82	1,2	+0,62	0
Безполицева одноглибинна мілка	6,92	1,52	1,2	+0,32	0
Диференційована-1	9,03	1,99	1,2	+0,79	0
Диференційована-2	8,11	1,78	1,2	+0,58	0

У варіантах різноглибинної полицевої та диференційованої-1 систем основного обробітку приріст гумусу з внесенням в середньому на один гектар сівозмінної площі N<sub>75</sub>P<sub>60</sub> був найвищим і становив 0,61 та 0,72 т/га, а за внесення N<sub>97,5</sub>P<sub>60</sub>, відповідно – 0,68 та 0,79 т/га.

Аналізом експериментальних даних встановлено, що на неудобреному фоні з післяжнивними рештками, залежно від систем основного обробітку ґрунту, надійшло азоту від 20,0 до 24,6 кг, фосфору – 10,0-12,3 та калію – 24,0-29,5 кг/га (табл. 7.15).

Таблиця 7.15

**Надходження в ґрунт NPK з післязливними рештками ріпаку ярого за різних систем основного обробітку та удобрення під пшеницю озиму в сівозміні-2 на зрошенні, кг/га**

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку	Маса решток т/га	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив					
Полицева різноглибинна	20-22 (о)	4,93	23,7	11,9	28,4
Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	4,82	23,1	11,5	27,7
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	4,20	20,0	10,0	24,0
Диференційована-1	12-14 (д)	5,12	24,6	12,3	29,5
Диференційована-2	8-10 (п)	4,76	22,9	11,4	27,4
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	20-22 (о)	8,24	39,4	19,7	47,2
Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	8,03	38,5	19,3	46,2
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	6,79	32,4	16,2	38,9
Диференційована-1	12-14 (д)	8,71	41,8	20,9	50,1
Диференційована-2	8-10 (п)	7,84	37,4	18,7	44,9
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	20-22 (о)	8,53	40,9	20,4	49,0
Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	8,27	39,6	19,8	47,5
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	6,92	33,1	16,5	39,7
Диференційована-1	12-14 (д)	9,03	43,3	21,6	51,9
Диференційована-2	8-10 (п)	8,11	38,7	19,4	46,4

В удобрених варіантах з внесенням на один гектар сівозмінної площі азотних і фосфорних добрив у дозі N<sub>75</sub>P<sub>60</sub> відзначено надходження в ґрунт: азоту – 32,4-41,8, фосфору – 16,2-20,9, калію – 38,9-50,1 кг, а за дози внесення мінеральних добрив N<sub>97,5</sub>P<sub>60</sub> – спостерігалось зростання цих показників у середньому: по азоту на 1,5-10,2; фосфору – 1,2-10,5; калію – 1,2-10,9%.

Використання рослинних решток кукурудзи в сівозміні сприяло створенню додатного балансу гумусу (табл. 7.16).

Таблиця 7.16

**Розрахунковий баланс гумусу за різних систем основного обробітку ґрунту  
й удобрення під сою в сівозміні-2 на зрошенні, т/га**

Система основного обробітку ґрунту	Маса решток	Прихід гумусу	Втрати гумусу	Баланс гумусу	Гній для компенсації втрат
Без добрив					
Полицева різноглибинна	5,70	1,14	1,2	-0,06	0,3
Безполицева різноглибинна	5,05	1,01	1,2	-0,19	0,8
Безполицева одноглибинна мілка	4,21	0,84	1,2	-0,36	1,6
Диференційована-1	5,82	1,16	1,2	-0,04	0,2
Диференційована-2	4,80	0,96	1,2	-0,24	1,0
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	13,36	2,67	1,2	+1,47	0
Безполицева різноглибинна	12,48	2,5	1,2	+1,30	0
Безполицева одноглибинна мілка	11,92	2,38	1,2	+1,18	0
Диференційована-1	12,71	2,54	1,2	+1,34	0
Диференційована-2	10,68	2,14	1,2	+0,94	0
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	16,23	3,25	1,2	+2,05	0
Безполицева різноглибинна	14,88	2,98	1,2	+1,78	0
Безполицева одноглибинна мілка	11,60	2,32	1,2	+1,12	0
Диференційована-1	16,71	3,34	1,2	+2,14	0
Диференційована-2	12,30	2,46	1,2	+1,26	0

Доведено, що на неудобреному фоні зароблено в ґрунт рослинних решток від 4,21 до 5,82 т/га, відповідно до варіантів основного обробітку ґрунту. Внесення мінеральних добрив дозою N<sub>75</sub>P<sub>60</sub> на один гектар сівозмінної площі підвищувало ці показники в 2,2 – 2,8 рази.

За подальшого підвищення дози внесення мінеральних добрив в розрахунку на один гектар сівозмінної площі до N<sub>97,5</sub>P<sub>60</sub> маса післяжнивних решток, використаних на удобрення, знаходилася в межах 11,60 до 16,23 т/га.

Проведення розрахунків утворення гумусу від загорнених в ґрунт післяжнивних решток кукурудзи (коефіцієнт гуміфікації 0,20) свідчить про те,



що на неудобреному фоні відзначено від'ємний баланс гумусу в усіх варіантах систем основного обробітку ґрунту і найвищим він був за одноглибинного мілкого безполицевого обробітку з показником - 0,36 т/га.

На удобрених фонах з внесенням  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  встановлено приріст гумусу. У варіантах різноглибинної полицевої та диференційованої-1 систем основного обробітку приріст гумусу за системи з внесенням в середньому на один гектар сівозмінної площі  $N_{75}P_{60}$  становив +1,47, 1,34 т/га, а за внесення  $N_{97,5}P_{60}$  відповідно + 2,05 та 2,14 т/га.

На неудобреному фоні в ґрунт з післяжнивними рештками залежно від систем основного обробітку ґрунту надійшло: азоту від 18,3 до 25,2 кг; фосфору від 9,1 до 12,6 кг та калію від 21,9 до 30,2 кг на гектар.

За системи удобрення з внесенням на гектар сівозмінної площі дози мінеральних добрив  $N_{75}P_{60}$  надійшло: азоту від 46,5 до 58,1; фосфору від 23,3 до 29,0; калію від 55,8 до 69,7 кг (табл. 7.17).

Збільшення дози внесення мінеральних добрив до  $N_{97,5}P_{60}$  в розрахунку на гектар сівозмінної площі з відповідною масою листостеблових решток кукурудзи забезпечило надходження в ґрунт за варіантами систем обробітку: азоту від 50,5 до 72,6 кг; фосфору від 25,2 до 36,3 кг та калію від 60,5 до 87,1 кг діючої речовини на гектар сівозмінної площі.

За результатами досліджень встановлено закономірності надходження післяжнивних решток, формування гумусного стану й поживного режиму темно-каштанового ґрунту за умов використання на добриво післяжнивних решток та застосування різних систем основного обробітку і доз внесення мінеральних добрив у короткоротаційній сівозміні на зрошенні. Так, максимальне надходження рослинних решток в ґрунт в середньому по культурах і факторах становило: у кукурудзи на зерно 10,6 т/га, за проведення полицевого та першого диференційованого обробітку ґрунту – 7,5 т/га, внесення добрив у дозі  $N_{97,5}P_{60}$  – 8,61 т/га (рис. 7.4).

Таблиця 7.17

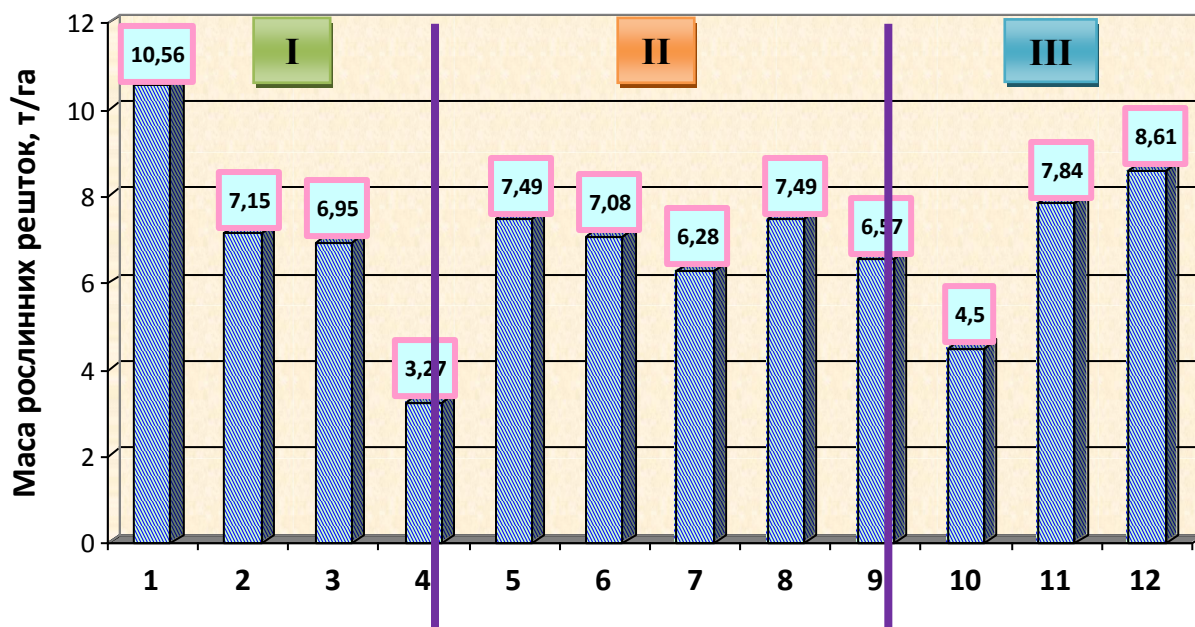
**Надходження в ґрунт НРК з післяжнивними рештками кукурудзи за різних систем основного обробітку ґрунту й удобрення під сою в сівозміні-2 на зрошенні, кг/га**

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку	Маса решток т/га	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Без добрив					
Полицева різноглибинна	23-25 (о)	5,70	24,8	12,4	29,8
Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	5,05	22,0	11,0	26,3
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	4,21	18,3	9,1	21,9
Диференційована-1	12-14 (д+щ)	5,82	25,2	12,6	30,2
Диференційована-2	12-14 (д)	4,80	20,9	10,4	25,0
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	23-25 (о)	13,36	58,1	29,0	69,7
Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	12,48	54,4	27,2	65,2
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	11,92	51,8	25,9	62,1
Диференційована-1	12-14 (д+щ)	12,71	55,2	27,6	66,2
Диференційована-2	12-14 (д)	10,68	46,5	23,3	55,8
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub> + АБМ					
Полицева різноглибинна	23-25 (о)	16,23	70,7	35,3	84,8
Безполицева різноглибинна	23-25 (ч)	14,88	64,8	32,4	74,8
Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	11,60	50,5	25,2	60,5
Диференційована-1	12-14 (д+щ)	16,71	72,6	36,3	87,1
Диференційована-2	12-14 (д)	12,30	53,5	26,8	64,2

Необхідно відзначити, що листостеблові та кореневі післяжнивні рештки сільськогосподарських культур на сьогоднішній день стали основним джерелом надходження свіжої органічної речовини в ґрунт, що під дією мікроорганізмів, процесів окислення та полімеризації перетворюються в нові речовини, які не містяться ні у вихідних органічних рештках, ні в продуктах мікробіологічної діяльності.

Загальне надходження післяжнивних решток в ґрунт сівозміні на зрошенні підвищилося до 38,45 т/га у варіанті з безполицевим різноглибинним

обробітком ґрунту та внесенням азотно-фосфорних добрив у дозі  $N_{97,5}P_{60}$  (додаток 3.1). Найменші значення цього показника – на рівні 16,08 (або на 58,2% менші за кращий варіант) були на неудобреному контролі за безполицевого мілкого обробітку ґрунту.



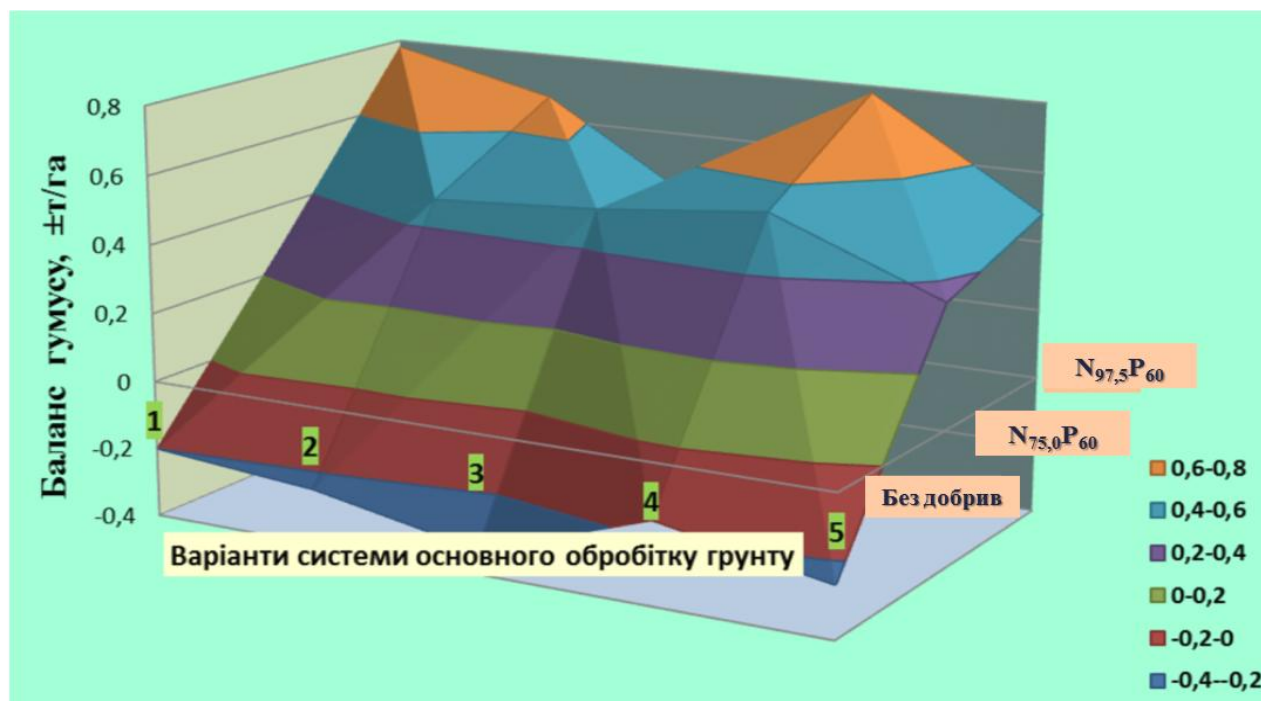
**Примітки:**

**I** (культури сівозміни): **1** – кукурудза на зерно; **2** – пшениця озима; **3** – ріпак ярий; **4** – соя  
**II** (система обробітку ґрунту): **5** – полицева різноглибинна; **6** – безполицева різноглибинна; **7** – безполицева одноглибинна мілка; **8** – диференційована-1; **9** – диференційована-2  
**III** (фон мінерального живлення): **10** – без добрив; **11** –  $N_{75}P_{60}$ ; **12** –  $N_{97,5}P_{60}$

**Рис. 7.4 Середньофакторіальні показники надходження рослинних решток залежно від культур сівозміни (I), систем основного обробітку ґрунту (II) та удобрення (III)**

За результатами досліджень встановлено, що на неудобреному фоні у середньому за ротацию сівозміни було зароблено в ґрунт післязривних решток (листочестеблових та кореневих) сільськогосподарських культур: у варіанті різноглибинної системи основного обробітку ґрунту з обертанням скиби – 19,06 т, за різноглибинного безполицевого – 17,9 т, дискового мілкого одноглибинного – 16,08 т, диференційованого-1 та диференційованого-2 відповідно 19,30 і 17,65 тонн, тобто в середньому на один гектар сівозміної площі зароблено від 4,0 до 4,8 т. На фоні внесення  $N_{75}P_{60}$  було зароблено в

грунт у середньому на один гектар сівозмінної площі від 7,4 до 8,3 тонни, а на фоні внесення  $N_{97,5}P_{60}$  – від 7,5 до 9,4 т/га (рис. 7.4, додаток 3.2).



**Примітки:** варіанти системи осного обробітку ґрунту: 1 – полицева різноглибинна; 2 – безполицева різноглибинна; 3 – безполицева одноглибинна мілка; 4 – диференційована-1; 5 – диференційована-2

**Рис. 7.4 Тривимірна модель розрахункового балансу гумусу в короткоротаційній сівозміні на зрошенні залежно від системи основного обробітку ґрунту та удобрення,  $\pm$ т/га**

Проведення розрахунків надходження гумусу в ґрунт від загорнених післяжнивних решток за різних систем основного обробітку та фону живлення свідчить, що на неудобреному фоні формується від’ємний баланс гумусу за всіх систем обробітку, водночас найвищі показники були за безполицевого одноглибинного мілкого мінус 0,33 т/га, а найменші – мінус 0,16 т/га за диференційованого-1 обробітку ґрунту зі щільванням на глибину 38-40 см один раз за ротацію.

На удобрених фонах з внесенням  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  відзначається приріст гумусу. У варіантах різноглибинної полицевої і диференційованої-1 систем основного обробітку приріст гумусу склав +0,78 т/га, в той час як за різноглибинного безполицевого він був нижчим на 12,8% та становив +0,68 т/га.

За системи одноглибинного мілкого безполицевого обробітку та диференційованого-2 приріст гумусу також був позитивним, водночас порівняно з контролем (різноглибинною оранкою), він був нижчим відповідно на 51,3 та 38,5% та становив +0,38 та +0,48 т/га. В середньому за ротації досліджуваних сівозмін (2007-2015 рр.) шляхом математичного моделювання встановлено, що в короткоротаційній сівозміні на зрошенні при вирощуванні ріпаку ярого за рахунок загорнення післяжнивних решток та внесення азотних і фосфорних добрив забезпечується підвищення вмісту гумусу в ґрунті на 0,3%, пшениці озимої – на 0,7, а кукурудзи на зерно – на 0,9%. Вирощування в сівозміні сої призведе до від'ємного балансу гумусу, що обов'язково треба враховувати при плануванні сівозмін та розробці комплексу еколого-меліоративних заходів збереження та покращання родючості ґрунту.

### **Висновки до розділу 7**

1. У середньому за роки проведення досліджень (2007-2010 рр.) визначено, що врожайність культур короткоротаційної сівозміни-1 на зрошенні різною мірою змінювалася під впливом систем основного обробітку ґрунту. Найвищу продуктивність 1 га сівозмінної площі забезпечили сільськогосподарські культури за різноглибинної полицевої та диференційованих систем основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіанти 1 та 4, 5). Максимальну врожайність зерна – 6,7 т/га сформувала кукурудза на зерно у п'ятому варіанті, а мінімальну – 1,2 т/га – ріпак ярий у варіанті безполицевого одноглибинного мілкого обробітку ґрунту.

2. Зміни добору та чергування культур у сівозміні-2 протягом 2011-2015 рр. та експериментальні дослідження з визначення їх урожайності та загалом продуктивності сівозміни за тривалого застосування різних способів основного обробітку ґрунту на фоні двох систем органо-мінерального живлення за використання на добриво листостеблової маси усіх культур сівозміни за умов зрошення забезпечило підвищення її продуктивності. В середньому по культурах сівозміни найвищу врожайність формувала кукурудза на зерно –

12,6 т/га, сої та ячменю озимого отримано відповідно 3,0 і 3,9 т/га. Усі культури сівозмїни найвищу продуктивність забезпечували за використання полицевої різноглибинної (варіант 1) та диференційованої-1 (варіант 4) систем основного обробітку ґрунту. Істотне зниження врожайності визначили у варіанті одноглибинного мілкового (12-14 см) безполицевого розпушування, де її показники зменшилися в середньому: у ячменю озимого на 10,5%; сої – 28,1; 29,0; кукурудзи на зерно – 19,5%.

3. Збільшення дози внесення мінеральних добрив з  $N_{75}P_{60}$  до  $N_{97,5}P_{60}$  на фоні використання на добриво листостеблової маси усіх культур короткоротаційної сівозмїни-2 забезпечило зростання рівня їх урожайності наступним чином: ячменю озимого на 13,9%; сої – на 10,7; кукурудзи – на 21,2%.

4. Дисперсійним аналізом обґрунтовано різницю часток впливу систем основного обробітку ґрунту та удобрення на врожайність культур досліджуваної сівозмїни на зрошенні. Так, у ячменю озимого та кукурудзи на продуктивність рослин максимально впливали азотні добрива, які у формуванні врожайності цих культур відповідно склали 74,9 та 54,9%. Частка впливу різних систем основного обробітку ґрунту становила на ячмені – 21,1, а кукурудзі – 36,1%. За вирощування сої, навпаки, у короткоротаційній сівозмїни на зрошенні найвищий вплив на продуктивність рослин мав фактор А (система основного обробітку ґрунту) – 70,6-78,0%, а на добрива припадало лише 12,8-21,1%. Взаємодія досліджуваних факторів була несуттєвою.

5. За внесення добрив у дозах  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  системи різноглибинного основного обробітку ґрунту без обертання скиби та диференційована-2 спричинили зниження продуктивності сівозмїни за виходом зернових одиниць відповідно на 3,8 та 7,8%, порівняно з системою різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби (контроль). За беззмінного застосування мілкового (12-14 см) безполицевого розпушування ґрунту врожайність усіх сільськогосподарських культур істотно знизилась, а продуктивність сівозмїни за виходом зернових одиниць зменшилась на 22,0%, порівняно з системою різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби.

6. За період досліджень у двох короткоротаційних сівозмінах (2007–2010 (сівозміна-1) та 2011–2016 рр. (сівозміна-2) визначено зменшення вмісту гумусу у шарі ґрунту 0-40 см до рівня показників 1976 р. – 110,2-114,4 т/га. Для призупинення зниження вмісту гумусу нами було розроблено оптимізаційну модель шляхом зменшення питомої ваги сої у короткоротаційній сівозміні до 25%, заробки всієї листостеблової маси культур та внесення мінеральних добрив на запланований рівень урожаю.

7. Змодельоване накопичення гумусу в ґрунті з перерахунком показників використаних післяжнивних решток культур короткоротаційних сівозмін за різних систем основного обробітку та удобрення свідчить, що в неудобреному ґрунті формується від'ємний баланс гумусу за всіх систем його обробітку, з меншими втратами ( - 0,16 т/га) за диференційованого-1 обробітку ґрунту зі щільюванням на глибину 38-40 см один раз за ротацію сівозміни і більшими ( - 0,33 т/га) за безполицевого одноглибинного мілкового обробітку ґрунту

8. На удобрених фонах з внесенням  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  визначили приріст гумусу. У ґрунті варіантів різноглибинної полицевої і диференційованої-1 систем основного обробітку він склав +0,78 т/га, в той час як за різноглибинного безполицевого він становив +0,68 т/га, або зменшився на 12,8%. За системи одноглибинного мілкового безполицевого обробітку ґрунту та диференційованого-2 приріст гумусу також був позитивним, водночас порівняно з контролем (різноглибинною оранкою) він був нижчим відповідно на 51,3 та 38,5% та становив +0,38 та +0,48 т/га.

9. У середньому за дві ротації досліджуваних сівозмін (2007-2015 рр.) шляхом математичного моделювання встановлено, що загортання післяжнивних решток та внесення азотних і фосфорних добрив забезпечило підвищення вмісту гумусу в ґрунті під посівами ріпаку ярого на 0,3%, пшениці озимої – на 0,7, а кукурудзи на зерно – на 0,9%. Вирощування в сівозміні сої призвело до від'ємного балансу гумусу, що обов'язково слід враховувати при плануванні сівозмін та розробці комплексу еколого-меліоративних заходів збереження та покращання родючості ґрунту.

## **РОЗДІЛ 8**

### **ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН НА ЗРОШЕННІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, УДОБРЕННЯ І ЗАХИСТУ РОСЛИН**

Враховуючи те, що на сучасному етапі розвитку систем землеробства в Україні виробництво продукції повинно узгоджуватись не тільки з економічною але й енергетичною ефективністю, нами здійснено ретельний облік матеріальних, трудових, технічних та окремих природних ресурсів з використанням не тільки кількісної і вартісної, проте й енергетичної оцінки кожної технологічної операції та технологій вирощування сільськогосподарських культур у цілому за різних систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України [2, 71, 81, 126, 151].

#### **8.1 Економічна ефективність технологій вирощування культур в сівозмінах на зрошенні**

Досліджувані системи основного обробітку ґрунту й удобрення змінювали агрофізичні властивості, поживний режим ґрунту та фітосанітарний стану посівів, що сприяло створенню різних умов для росту й розвитку рослин і впливало на продуктивність праці, витрати непоновлюваної, як матеріалізованої, так і антропогенної енергії у технологіях вирощування сільськогосподарських культур за умов зрошення.

Економічним аналізом доведено, що виробничі витрати на формування технології вирощування змінювалися за вирощування культур сівозміни пропорційно підвищенню кількості поливів (відповідно зрошувальних норм), зростанню доз внесення мінеральних добрив, а також додатковим витратам на



збирання більш високого врожаю у культур з максимальною зерновою продуктивністю (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

**Економічна ефективність технології вирощування сільськогосподарських культур в сівозміні-1 на зрошенні за різних систем обробітку ґрунту (середнє 2007-2010 рр.)**

Система обробітку ґрунту	Економічні показники			
	витрати на технологію, тис. грн/га	вартість валової продукції, тис. грн/га	умовно чистий прибуток, тис. грн/га	рівень рентабельності, %
<b>Пшениця озима</b>				
Полицева різноглибинна	8,2	13,5	5,3	64,6
Безполицева різноглибинна	8,1	14,1	6,0	74,1
Безполицева одноглибинна мілка	7,9	14,8	6,9	87,3
Диференційована-1	8,1	14,9	6,8	84,0
Диференційована-2	8,1	15,4	7,3	90,1
<b>Соя</b>				
Полицева різноглибинна	9,9	16,0	6,1	61,6
Безполицева різноглибинна	9,8	12,8	3,0	30,6
Безполицева одноглибинна мілка	9,2	11,5	2,3	25,0
Диференційована-1	9,5	17,3	7,8	82,1
Диференційована-2	9,5	14,1	4,6	48,4
<b>Кукурудза на зерно</b>				
Полицева різноглибинна	10,8	17,3	6,5	60,2
Безполицева різноглибинна	10,7	15,9	5,2	48,6
Безполицева одноглибинна мілка	10,1	15,0	4,9	48,5
Диференційована-1	10,4	18,1	7,7	74,0
Диференційована-2	10,4	18,7	8,3	79,8
<b>Ріпак ярий</b>				
Полицева різноглибинна	7,8	13,8	6,0	76,9
Безполицева різноглибинна	7,7	10,5	2,8	36,4
Безполицева одноглибинна мілка	7,6	7,9	0,3	3,9
Диференційована-1	7,7	12,5	4,8	62,3
Диференційована-2	7,7	10,5	2,8	36,4

Цей показник мав мінімальні значення за вирощування ріпаку ярого 7,6-7,8 тис. грн/га, при вирощуванні сої витрати на технологію зросли до 9,2-9,9 тис грн/га або на 21,0-27,3%, а кукурудзи на зерно – до 10,1-10,8 тис. грн/га (на 32,9-39,0%).

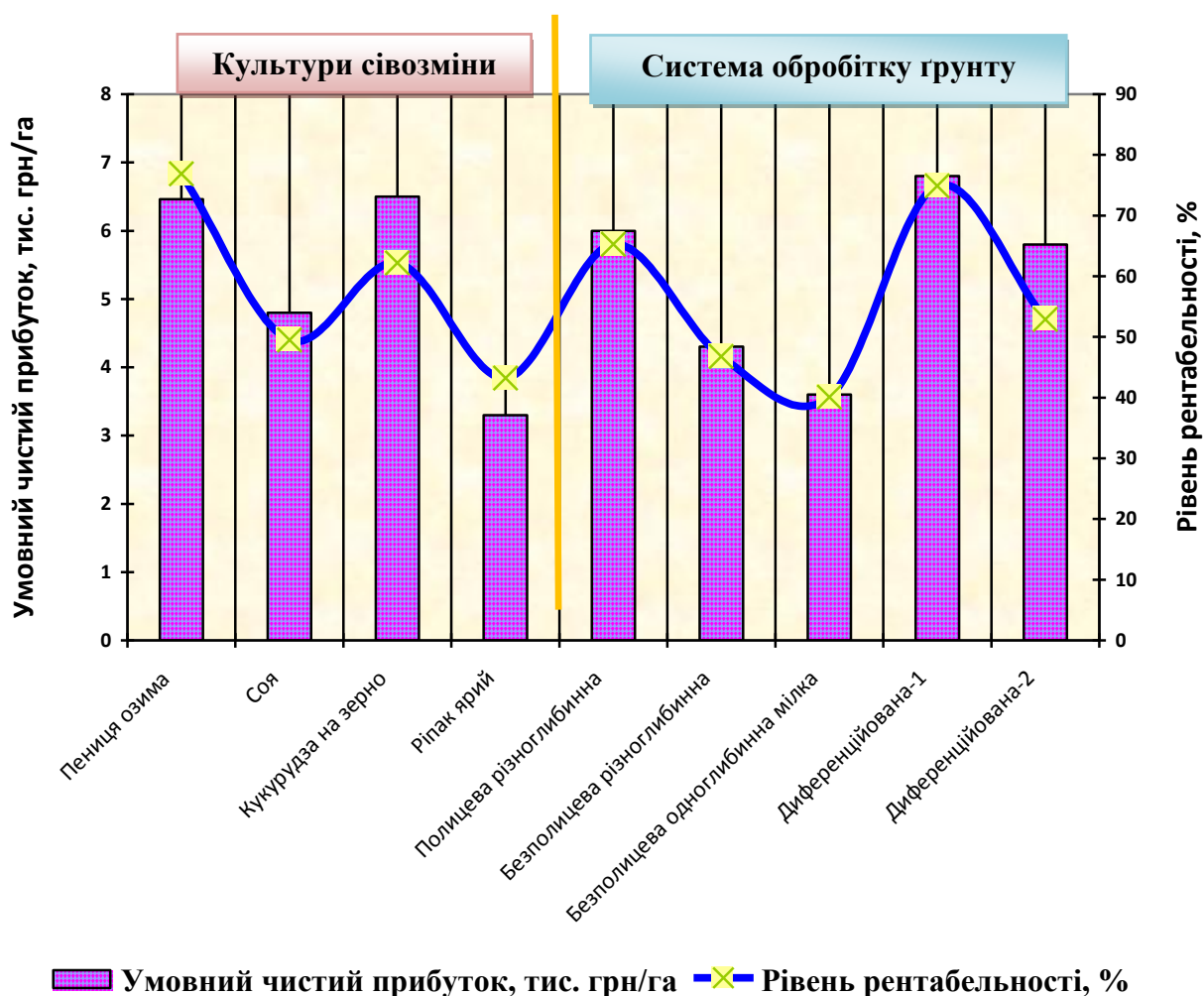
Вартість валової продукції змінювалася пропорційно показникам урожайності з мінімальним значенням на рівні 7,9 тис. грн/га у ріпаку ярого за одноглибинного мілкого безполицевого обробітку та його зростанням у 2,4 рази (до 18,7 тис. грн/га) при вирощуванні кукурудзи на зерно з використанням диференційованої-2 системи основного обробітку ґрунту.

Умовно чистий прибуток і рентабельність виробництва коливалися в широкому діапазоні залежно від економічних параметрів культур короткоротаційної сівозміни та досліджуваних систем основного обробітку ґрунту. Так, застосування першого та другого варіантів диференційованого основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно дозволило отримати найвищий умовно чистий прибуток на рівні 7,7-8,3 тис. грн/га, при цьому рівень рентабельності знаходився в межах 74,0-79,8%. Необхідно відзначити, що за вирощування пшениці озимої з використанням одноглибинної мілкої безполицевої системи основного обробітку ґрунту та диференційованого-2 обробітку ґрунту рентабельність досягла максимального рівня – 83,1-86,9%, що перевищує максимальні показники по кукурудзі на 3,3-12,9%. Також рентабельність підвищилася до 82,1% у варіанті диференційованої - 1 системи основного обробітку ґрунту під сою. Такі розбіжності формування максимальних показників чистого прибутку та рентабельності обумовлені в основному різницею витрат агроресурсів (поливної води, мінеральних добрив, технічних засобів тощо), а також вартістю на кінцеву продукцію.

Аналіз економічної ефективності за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) свідчить про хвилеподібні відмінності у формуванні показників умовно чистого прибутку та рентабельності, як залежно від культур короткоротаційної сівозміни, так і стосовно досліджуваних варіантів систем основного обробітку ґрунту короткоротаційної сівозміни на зрошенні (рис. 8.1).

Визначено, що максимальний чистий прибуток у середньому на рівні 6,5 тис. грн/га сформувався при вирощуванні в сівозміні пшениці озимої та кукурудзи на зерно. Найменші значення (3,3 тис. грн/га) цього показника були за вирощування в сівозміні ріпаку ярого. Рівень рентабельності підтвердив

вищезазначені тенденції і найвищим був у пшениці озимої – 76,9% та кукурудзи на зерно – 62,2%, а на ріпаку ярому досяг лише 43,2%.



**Рис. 8.1 Чистий прибуток та рівень рентабельності вирощування сільськогосподарських культур в сівозміні на зрошенні за різних систем основного обробітку ґрунту**

Диференційована-1 система основного обробітку ґрунту, за якої протягом ротації сівозміни оранка і чизельний обробіток чергувалися з мілким безполицевим розпушуванням на фоні щільування один раз за ротацію, забезпечила в середньому по фактору підвищення умовно чистого прибутку до 6,8 тис. грн/га, а рівня рентабельності – до 75,6%. Також високими економічними показниками були за різноглибинної полицевої та диференційованої - 2 систем основного обробітку, де одержано умовно чистий прибуток у межах 5,7-6,0 тис. грн/га з рівнем рентабельності – 65,8; 63,8%, відповідно. За одноглибинного

мілкого безполицевого обробітку досліджувані показники зменшилися до 3,6 тис. грн/га з рівнем рентабельності 40,1%.

За систематичного проведення під усі культури сівозміни мілкої одноглибинної та різноглибинної системи основного обробітку без обертання скиби витрати на їх виконання були меншими, порівняно з системою різноглибинної оранки, відповідно на 63,2 та 40,5%. Диференційовані за способами та глибиною системи основного обробітку ґрунту забезпечили зменшення енергетичних витрат на 8,0 та 24,5%.

Основною технологічною операцією, на якій базуються технології вирощування сільськогосподарських культур, є основний обробіток, тобто той обробіток, який проводиться на найбільшу глибину. У структурі витрат на вирощування він займає від 2 до 10%, але від нього значною мірою залежить продуктивність більшості культур на зрошуваних землях.

Оцінюючи ефективність низьковитратних – мілкої і різноглибинної безполицевих систем основного обробітку ґрунту в сівозміні, необхідно відзначити, що забезпечивши істотну економію витрат на їх виконання, вони мало впливали на загальні витрати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур у цілому.

У сівозміні-2 (2011-2015 рр.) за системи різноглибинного полицевого обробітку ґрунту (варіант-1) та за диференційованої-1 (варіант 4) на фоні дози добрив  $N_{75}P_{60}$  визначено максимальний чистий прибуток 8,4; 8,3 тис. грн/га, відповідно. За виробництвом валової продукції в розрахунку на один гектар сівозмінної площі система різноглибинної оранки забезпечила валовий прибуток на рівні 16,9 тис. грн. У варіанті диференційованої-1 системи основного обробітку він склав 16,7 тис. грн, з однаковим рівнем рентабельності 98,8%. Найбільш низькою окупністю витрат на технології вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні на зрошенні була за одноглибинної мілкої безполицевої системи обробітку, де рівень рентабельності склав 55,4%.

Збільшення дози внесення мінеральних добрив до  $N_{97,5}P_{60}$  забезпечило зростання урожайності всіх культур сівозміни, а відповідно зросло й

виробництво валової продукції, її вартість і рівень рентабельності. За рахунок внесення додаткової дози азотних добрив витрати на технологію зросли на 0,9 тис. грн/га, або на 9,4-9,6% (додаток К.1).

Порівняння фону мінерального живлення свідчить про те, що зростання виробництва валової продукції з внесенням  $N_{97,5}P_{60}$  за досліджуваних систем основного обробітку ґрунту відбулось у межах 14,2 – 15,5%.

Умовно чистий прибуток перевищив 10 тис. грн/га у варіантах з внесенням добрив дозою  $N_{97,5}P_{60}$  та застосуванням різноглибинної полицевої, безполицевої та диференційованої - 1 системи основного обробітку ґрунту. Найменші значення цього показника – 4,6; 6,6 тис. грн/га визначено за обох систем живлення та проведенні одноглибинного мілкового безполицевого обробітку ґрунту (варіант-3). Найвищий рівень рентабельності в розрахунку на один гектар сівозмінної площі при застосуванні підвищеної дози внесення азотного добрива було отримано у варіанті диференційованої-1 системи основного обробітку.

Порівнянням середньофакторіальних показників економічної ефективності за системами удобрення визначено перевагу використання полицевого різноглибинного (варіант 1) та першого диференційованого обробітку ґрунту (рис. 8.2).

За таких елементів технології вирощування культур сівозміни отримано максимальний рівень рентабельності як за внесення добрив у дозі  $N_{75}P_{60}$ , так і підвищенні фону живлення до  $N_{97,5}P_{60}$ .

У варіанті з безполицевим одноглибинним мілким обробітком ґрунту за обох систем живлення відбулось зменшення рівня рентабельності до 55,4-63,7%, або відповідно на 43,9 та 41,4 в. п., порівняно з системою полицевого різноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1).

Оцінюючи еколого-економічну ефективність сівозміни за варіантами досліджуваних систем основного обробітку ґрунту, крім витрат на забезпечення виконання технологічних операцій, розраховувався баланс енергоємності за

вмістом гумусу. У структурі витрат енергоємності найбільша питома вага припадає на гумус, енергетичний еквівалент якого складає 21,4 МДж/кг.

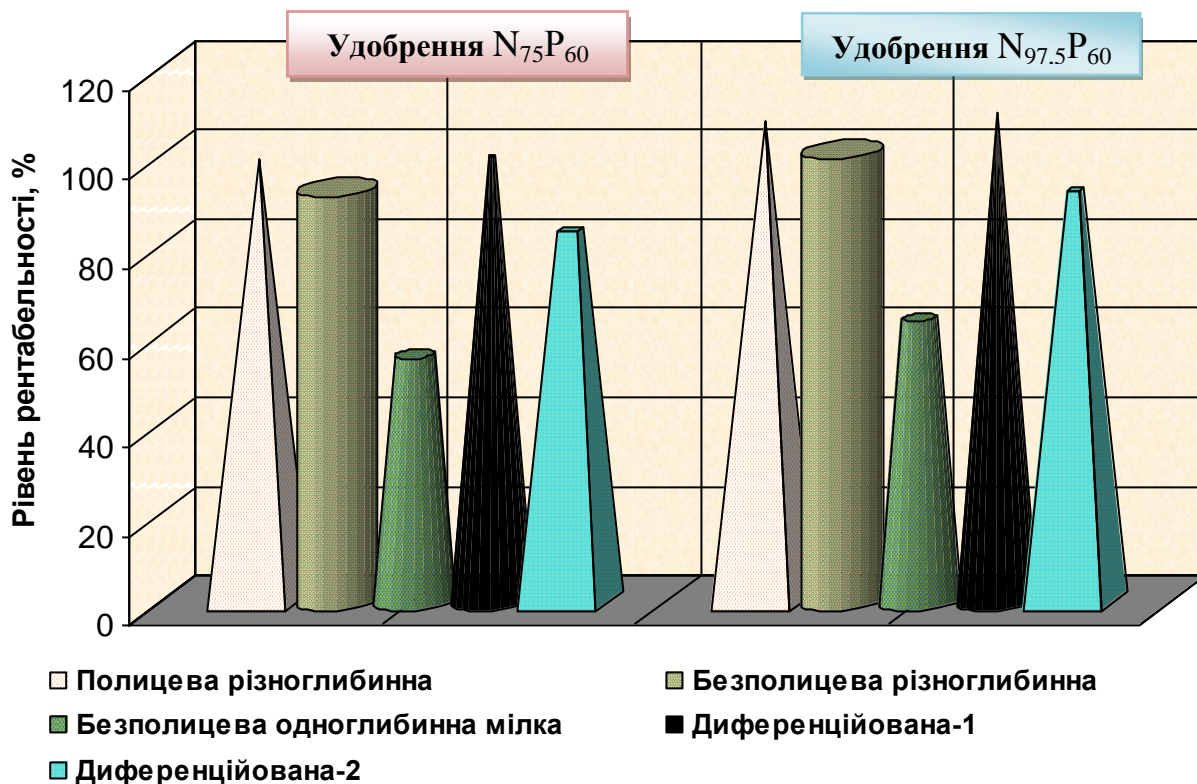


Рис. 8.2 Середньофакторіальні показники економічної ефективності технології вирощування культур сівозміни-2 за різних систем обробітку ґрунту та удобрення (середнє 2011-2015 рр.)

Розрахунком еколого-економічної ефективності технологій вирощування сільськогосподарських культур відповідно до досліджуваних систем основного обробітку з урахуванням ґрунтозахисної та ґрунтопокращуючої дії сільськогосподарських культур, рівня мінералізації органічної речовини та фактично отриманого врожаю визначено позитивний сумарний еколого-економічний ефект п'яти досліджуваних варіантів (табл. 8.2).

Найвищий рівень еколого-економічної ефективності забезпечили системи різноглибинного полицевого та диференційованого основного обробітку ґрунту у короткоротаційних сівозмінах-1 та 2 за умов зрошення.

У цих варіантах досліді за рахунок приросту врожаю досліджуваних культур сівозмін визначено зростання вмісту гумусу порівняно з початковим

рівнем. При цьому середньофакторіальний приріст енергії у сівозміні-1 був на рівні 46,8 ГДж/га, а у сівозміні-2 склав 56,9 ГДж/га або 21,6%. Розрахунками доведено, що в середньому за роки проведення досліджень сумарна еколого-економічна ефективність відповідно підвищилася до 7220 (сівозміна-1) та 8780 грн/га (сівозміна-2), що свідчить про вагомні переваги розроблених сівозмін не лише з економічної, а також з еколого-меліоративної точки зору.

Таблиця 8.2

**Еколого-економічна ефективність функціонування короткоротаційних сівозмін за умов зрошення залежно від досліджуваних систем основного обробітку ґрунту**

№ варіанта	Приріст енергії всього, ГДж/га	У тому числі за рахунок:				Сумарна еколого-економічна ефективність, грн/га	У середньому за рік, грн/га
		урожаю	гумусу	накопичення вологи	економії витрат		
<i>Середнє за 2007-2010 рр.</i>							
1	+ 52,4	-	+ 53,7	- 1,29	-	+ 8077	+ 2019
2	+ 44,5	+ 3,2	+ 41,9	- 0,95	+ 0,39	+ 6859	+ 1715
3	- 15,5	- 1,8	- 12,3	- 1,67	+ 0,32	- 2389	- 597
4	+ 72,2	+ 7,0	+ 65,8	- 0,92	+ 0,27	+ 11129	+ 2782
5	+ 80,6	+ 8,5	+ 72,7	- 0,84	+ 0,23	+ 12424	+ 3106
<i>Середнє за 2011-2015 рр.</i>							
1	+ 89,0	+ 5,4	+ 84,0	- 0,88	+ 0,52	+ 13718	+ 2744
2	+ 65,1	+ 2,7	+ 62,5	- 0,45	+ 0,37	+ 10035	+ 2007
3	- 11,9	- 1,4	- 9,3	- 1,48	+ 0,32	- 1834	- 367
4	+ 84,2	+ 5,2	+ 79,3	- 0,79	+ 0,49	+ 12979	+ 2596
5	+ 58,4	-	+ 59,7	- 1,35	-	+ 9002	+ 1800

**Примітки:** варіанти обробітку ґрунту: 1 – полицева різноглибинна; 2 – безполицева різноглибинна; 3 – безполицева одноглибинна мілка; 4 – диференційована-1; 5 – диференційована-2

Економічним аналізом доведено, що за вирощування пшениці озимої застосування різних гербіцидів для знищення бур'янів у посівах досліджуваної культури мав безпосередній вплив як на витрати, так і на прибуток технології вирощування культури (табл. 8.3).

Таблиця 8.3

**Економічна ефективність застосування гербіцидів у посівах пшениці  
озимої (середнє за 2004-2006 рр.)**

№ з/п	Варіант досліджу	Норма внесення гербіцидів л, кг/га	Вартість препарату грн за л/кг	Вартість гербіциду на 1 га, грн	Приріст урожаю, т/га	Вартість прибавки, грн/га	Додатковий чистий прибуток грн/га
1	Гранстар 75, в.г. (еталон)	0,02	1925	38,5	0,74	592	540
2	Лінтур 70 WG, в.г.	0,15	280	42,1	0,67	513	457
3	Пік 75 WG, в.г.	0,02	1925	38,5	0,95	717	664

Економічні показники технології вирощування пшениці озимої на дослідних ділянках свідчать про істотні переваги використання Гранстар 75 в.г. та Пік 75 WG. Всі препарати дали високий чистий прибуток, проте найвищий його рівень визначено у варіанті, де застосовано гербіцид Пік 75 WG, в.г. – 663 грн/га.

Отже, показники економічної ефективності застосування гербіцидів у боротьбі з бур'янами в посівах пшениці озимої свідчать про доцільність їх застосування у виробництві зерна, проте обумовлюють необхідність пошуку найкращих препаратів, які б забезпечували високу ефективність від застосування та мали найменшу вартість витрат на одиницю посівної площі короткоротаційних сівозмін на зрошенні.

Показники економічної ефективності застосування гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно в умовах зрошення півдня України за вирощування у 4-пільній короткоротаційній зерно просапній сівозміні коливалися в широкому діапазоні (табл. 8.4).

Узагальненням результатів досліджень доведено високу ефективність застосування у боротьбі з бур'янами гербіциду Пік 75 WG, в.г., порівняно з Мілагро 040 SC, к.е. і суміші Банвел 4S 480SL, в.р.к. + Мілагро 040 SC, к.е. Так, чистий прибуток від застосування Пік 75 WG, в.г. був на порядок вищим –



346,5 грн/га, проти – 20,7 грн/га (Мілагро 040 SC, к.е. ) та 38,9 грн/га (суміш Банвел 4S 480SL, в.р.к. + Мілагро 040 SC, к.е.).

Таблиця 8.4

**Економічна ефективність застосуванню гербіцидів у посівах кукурудзи  
(середнє за 2004-2006 рр.)**

№ з/п	Варіант дослідю	Норма внесення л, кг/га	Вартість препарату грн за л(кг)	Вартість гербіциду на 1 га, грн	Приріст урожаю, т/га	Вартість приросту, грн/га	Додатковий чистий прибуток, грн/га
1	Мілагро 40 SC, к.е.	1,1	191,2	210,3	0,35	245,0	20,7
2	Пік 75WG, в.г.	0,02	1925,0	38,5	0,57	399,0	346,5
3	Банвел 4S 480SL, в.р.к + Мілагро 040 SC, к.е.	0,4+1,0	42,9+191,2	234,1	0,41	287,0	38,9

**8.2 Енергетична оцінка технологічних параметрів агрозаходів у досліджуваних сівоzmінах**

Завданням основного обробітку ґрунту є загортання післяжнивних решток, органічних добрив, накопичення вологи за осінньо-зимовий і збереження її запасів в ранньовесняний період, поліпшення структури посівного шару для якісного висівання насіння і доступу до нього вологи й повітря, що забезпечує сприятливі умови для його проростання, боротьби з однорічними та багаторічними бур'янами, а також обмеження поширення збудників хвороб і шкідників. Обробітком ґрунту можна досягти оптимальної загальної пористості, щільності складення та твердості ґрунту [139, 223, 235, 324, 375].

Основний напрям удосконалення систем обробітку ґрунту – його диференціація залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов, форм господарювання та біологічних особливостей вирощуваних культур. У різних природно-кліматичних зонах України є достатня кількість експериментальних даних, які свідчать про доцільність впровадження ґрунтозахисних,

вологозберігаючих, енергоекономних технологічних процесів обробітку ґрунту на неполивних землях [248].

Для умов Південного Степу України недостатньо розробок з питань вивчення впливу систем основного обробітку ґрунту з використанням безполицевих, чизельних, комбінованих знарядь на зміну основних елементів родючості, фітосанітарного стану посівів, продуктивності сільськогосподарських культур в умовах зрошення, що й обумовило необхідність проведення досліджень з цих питань [219].

Важливим заходом економії енергетичних витрат, попередження деградації ґрунтів та розвитку ерозійних процесів, підвищення коефіцієнту використання опадів і поливної води є застосування ґрунтозахисного, менш енергоємного обробітку ґрунту з мульчуванням поверхні рослинними рештками і періодичним смуговим або суцільним глибоким розпушуванням з використанням комбінованих ґрунтообробних знарядь безполицевого, чизельного, дискового типу й щілинувачів [227].

На основі застосування в досліді ґрунтообробних знарядь вітчизняного виробництва були обґрунтовані найменш енерговитратні способи основного обробітку ґрунту під сільськогосподарські культури у сівозміні та розроблено агротехнічні вимоги для ґрунтообробних знарядь з робочими органами, які забезпечать формування агрофізичних властивостей оброблюваного шару ґрунту, що відповідають біологічним особливостям сільськогосподарських культур сівозміни за вирощування на темно-каштановому слабкосолонцюватому ґрунті в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи.

З метою визначення енергоємності окремих технологічних операцій і технологій в цілому, було проведено оцінку енергоємності різних способів основного обробітку під кожен культуру сівозміни. Враховуючи напрацьований в Україні експериментальний матеріал нами випробувано різні комбінації способів і глибини основного обробітку під сільськогосподарські культури сівозміни, розгорнутій на дослідному полі в часі і просторі [241]. Ґрунтообробні агрегати, якими виконували досліджувані способи основного

обробітку ґрунту істотно відрізнялися між собою продуктивністю праці, витратами непоновлюваної, як матеріалізованої, так і антропогенної енергії.

Розрахунок енергоємності способів основного обробітку ґрунту під кожен культуру сівозміни-1 за ротацію 2007-2010 рр. через оцінку витрат пального, металоємності трактора, сільськогосподарського знаряддя і праці механізатора свідчать, що найвищі витрати сукупної енергії в розрахунку на 1 га сівозмінної площі були у варіанті різноглибинної оранки (контроль) і склали 1567,2 МДж (табл. 8.5).

Таблиця 8.5

**Витрати енергії за різних систем основного обробітку ґрунту в сівозміні-1, МДж/га (середнє за 2007-2010 рр.)**

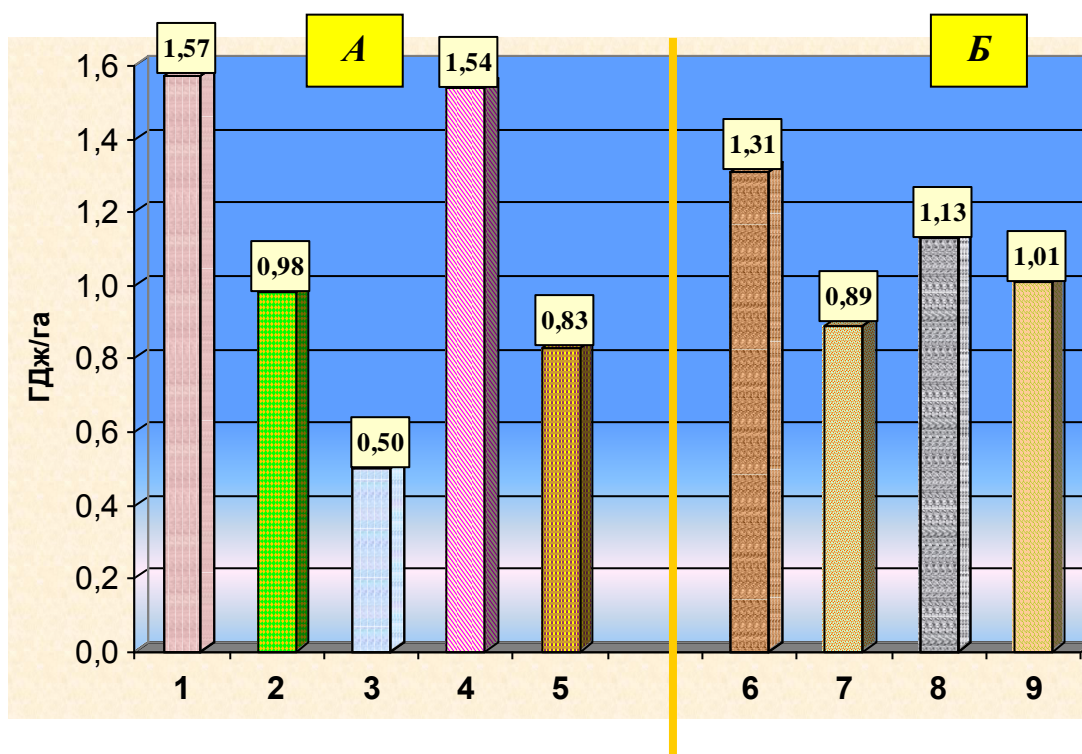
Система обробітку	Культури				Середнє по сівозміні
	ріпак ярий	кукурудза на зерно	соя	пшениця озима	
Полицева різноглибинна	1686,6	1781,2	1465,3	1335,6	1567,2
Безполицева різноглибинна	1082,5	1136,7	969,6	746,3	983,8
Безполицева одноглибинна мілка	499,4	499,4	499,4	499,4	499,4
Диференційована-1	592,6	1335,6	2120,0	499,4	1136,9
Диференційована-2	592,6	1781,2	592,6	363,0	832,3
Середнє	890,7	1306,8	1129,4	688,7	1004,0

Система різноглибинного безполицевого обробітку ґрунту (варіант-2) з глибиною розпушування такою самою, як в контролі, забезпечила зниження витрат на 37,2%.

Варіант мілкового (12-14 см) безполицевого одноглибинного розпушування з використанням важкої дискової борони БДВП-4,2 був найменш енергоємним – 499 МДж/га, тобто зниження досягло 68,1 %. Диференційовані системи основного обробітку (варіанти 4 і 5) сприяли зниженню витрат на їх проведення відповідно на 27,5 та 46,9% (рис. 8.3, додаток К.2).

Вирощування досліджуваних сільськогосподарських культур у короткоротаційній сівозміні-1 на зрошенні також обумовило зміни витрат

енергії на обробіток ґрунту на одиницю посівної площі. Найвищі енерговитрати визначено за вирощування кукурудзи на зерно (1,31 ГДж/га) та сої (1,13 ГДж/га). Мінімальний рівень даного показника – 0,69 ГДж/га було визначено у пшениці озимої.



**Примітки:**

**А. Система обробітку ґрунту:** 1 – полицева різноглибинна; 2 – безполицева різноглибинна; 3 – безполицева одноглибинна мілка; 4 – диференційована-1; 5 – диференційована-2

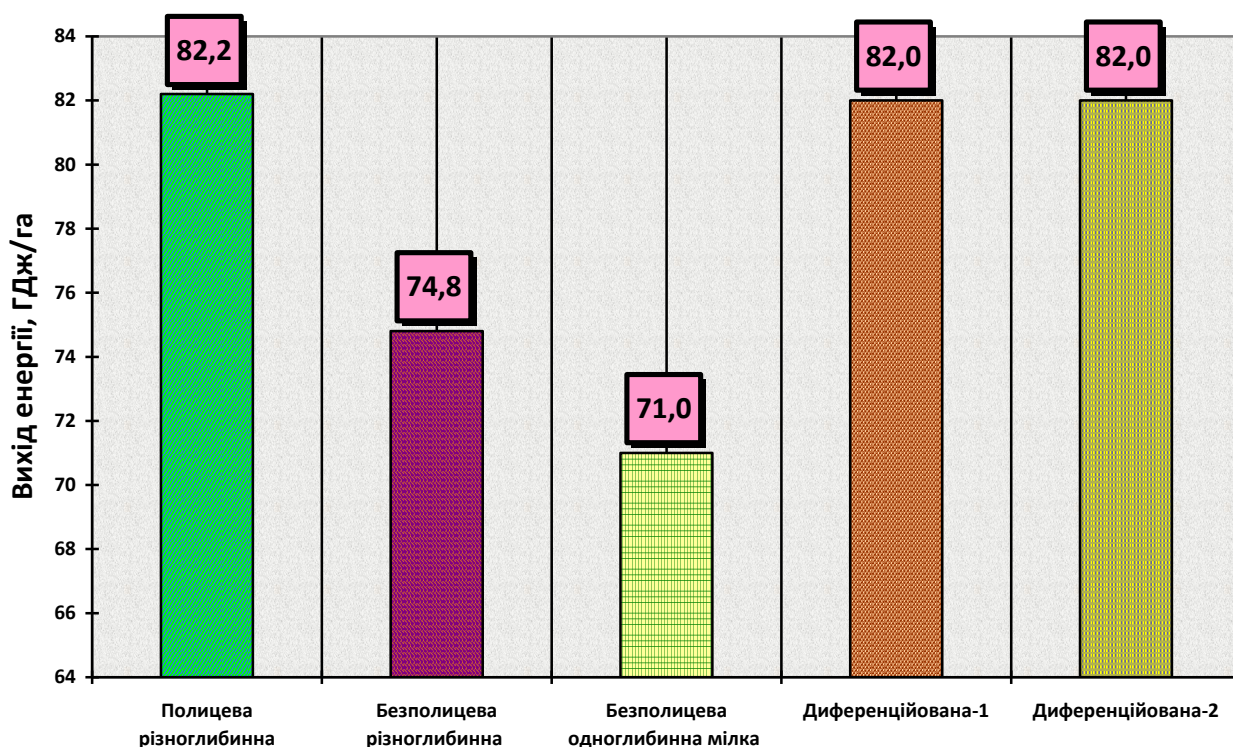
**Б. Культури сівозміни:** 6 – кукурудза на зерно; 7 – ріпак ярий; 8 – соя; 9 – пшениця озима

**Рис. 8.3 Усереднені показники витрат енергії за різних систем основного обробітку темно-каштанового ґрунту сівозміни-1 на зрошенні, ГДж/га**

Розрахунками доведено, що вихід енергії у роки проведення досліджень при вирощуванні різних за біологічними властивостями сільськогосподарських культур в короткоротаційній сівозміни-1 на зрошенні різною мірою змінювався під впливом систем основного обробітку ґрунту (рис. 8.4, додаток К.3).

Максимальним даний енергетичний показник визначено у сприятливому за гідротермічними умовами 2010 р., коли було отримано максимальні врожаї

досліджуваних культур. При вирощуванні кукурудзи на зерно в цьому році за полицевої системи основного обробітку ґрунту (варіант 1) одержано 130 ГДж/га, а найменші значення виходу енергії на рівні 14,5 ГДж з одиниці посівної сівозмінної площі були встановлені у варіанті з ріпаком ярим у 2008 р. за використання системи безполицевого одноглибинного основного обробітку ґрунту на глибину 12-14 см під усі культури сівозміни (варіант 3).



**Рис. 8.4 Показники виходу енергії в середньому по культурах сівозміни-1 залежно від систем основного обробітку ґрунту, ГДж/га (середнє за 2007-2010 рр.)**

В середньому по культурах сівозміни-1 найвищий вихід енергії забезпечили кукурудза та пшениця озима, а у варіантах з ріпаком ярим та соєю досліджуваній показник зменшився до 35,4-43,6 ГДж або на 53,4-66,9%.

Навпаки, коефіцієнт варіації щодо мінливості цього енергетичного показника був найбільшим у сої і ріпаку – 20,0-38,6%, а у кукурудзи на зерно та пшениці озимій знизився до 11,9-13,9%, що свідчить про їх більшу енергетичну сталість на рівні сівозміни за умов зрошення.

Серед досліджуваних систем основного обробітку найбільший рівень виходу енергії з одиниці посівної площі у середньому по фактору на рівні 82,0-82,2 ГДж/га визначено у варіантах з полицевою різноглибинною (варіант 1) та диференційованими системами основного обробітку ґрунту (варіанти 4, 5). Даний показник зменшився до 71,0 ГДж/га бо на 13,6% за безполицевого мілкого основного обробітку ґрунту на глибину 12-14 см без обертання скиби (варіант 3).

Витрати сукупної енергії на формування врожаю сільськогосподарських культур сівозміни-2 (2011-2015 рр.) за внесення добрив у дозі  $N_{75}P_{60}$  у варіанті різноглибинної оранки склали 37,8 ГДж, різноглибинного безполицевого розпушування – 36,4 ГДж, одноглибинного мілкого – 35,2 ГДж, за диференційованих систем обробітку ґрунту відповідно 36,1 та 35,9 ГДж. Підвищення дози добрив до  $N_{97,5}P_{60}$  збільшило витрати на технології вирощування на 2,4-2,6% (табл. 8.6).

Найкращою визначена продуктивність сівозміни -2 за виходом валової енергії на фоні внесення добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованої-1 системи основного обробітку ґрунту в сівозміні – 105,4 ГДж/га. Аналогічна закономірність відзначена й на фоні внесення  $N_{97,5}P_{60}$  з максимальним виходом валової енергії у варіантах-1; 4, який склав 124,4 ГДж/га.

У варіантах із застосуванням різноглибинного безполицевого і диференційованого-2 основного обробітку ґрунту на фоні внесення  $N_{75}P_{60}$  вихід валової енергії склав 100,3-103,8ГДж/га, або зменшився, порівняно з диференційованою-1 системою обробітку ґрунту на 1,5 - 4,8%, а за безполицевого мілкого одноглибинного обробітку рівень продуктивності знизився до 84,8 ГДж/га, або на 19,5%.

Порівнюючи енергетичний коефіцієнт (співвідношення між енергією в одержаному урожаї і витраченою у технологічному циклі його вирощування), виявлено тенденцію щодо зменшення окупності витрат на технологію вирощування за обох систем удобрення за мілкого одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту (варіант-3). При цьому за внесення

добрив у дозі  $N_{75}P_{60}$  даний показник становив 2,4, а на фоні  $N_{97,5}P_{60}$  – збільшився до 2,7.

Таблиця 8.6

**Енергетична ефективність технологій вирощування  
сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту й  
удобрення у сівозміні-2, (середнє за 2011-2015 рр.)**

Система обробітку ґрунту	Показник ефективності		
	затрати енергії, ГДж	вихід валової енергії, ГДж	ЕК
Система удобрення з внесенням $N_{75}P_{60}$			
Полицева різноглибинна	37,8	105,4	2,8
Безполицева різноглибинна	36,4	103,8	2,8
Безполицева одноглибинна мілка	35,2	84,8	2,4
Диференційована-1	36,1	105,4	2,9
Диференційована-2	35,9	100,3	2,8
Система удобрення з внесенням $N_{97,5}P_{60}$			
Полицева різноглибинна	38,7	124,4	3,2
Безполицева різноглибинна	37,3	119,8	3,2
Безполицева одноглибинна мілка	36,1	99,2	2,7
Диференційована-1	37,0	124,4	3,4
Диференційована-2	36,8	116,5	3,2

Слід відзначити, що за диференційованого-1 обробітку ґрунту (варіант 4) енергетичний коефіцієнт набув максимального значення і склав 2,9 та 3,4 за обох фонів живлення, відповідно. У варіантах інших досліджуваних систем основного обробітку ґрунту енергетичний коефіцієнт на фоні внесення дози добрив  $N_{75}P_{60}$  склав 2,8, а на фоні  $N_{97,5}P_{60}$  зріс до 3,2 або на 14,3%.

Збільшення дози внесення мінеральних добрив з  $N_{75}P_{60}$  до  $N_{97,5}P_{60}$  на фоні використання на добриво листостеблової маси усіх культур короткоротаційної сівозміни-2 забезпечило зростання продуктивності сівозміни за виходом валової продукції на 14,4-19,0 ГДж або 15,4 – 18,0% в середньому по варіантах систем основного обробітку ґрунту в сівозміні.

### **Висновки до розділу 8**

1. Визначено, що виробничі витрати на вирощування культур короткоротаційної сівозміни-1 в 2007-2010 рр. найменшими були у варіанті з ріпаком ярим і становили 7,6-7,8 тис. грн/га. За вирощування сої вони зросли на

21,0-27,3%, кукурудзи на зерно – на 32,9-39,0%. Максимальний чистий прибуток у середньому на рівні 6,5 тис. грн/га сформувався при вирощуванні в сівозміні пшениці озимої та кукурудзи на зерно. Найменші значення (3,3 тис. грн/га) цього показника визначено за вирощування в сівозміні ріпаку ярого. Рівень рентабельності підтвердив вищезазначені тенденції і найвищим був у пшениці озимої – 76,9% та кукурудзи на зерно – 62,2%, а при вирощуванні ріпаку ярого досяг лише 43,2%.

2. Диференційована-1 система основного обробітку ґрунту, за якої протягом ротації сівозміни оранка і глибокий чизельний обробіток чергувалися з мілким безполицевим розпушуванням на фоні щілювання один раз за ротацію, забезпечила в середньому по фактору підвищення умовно чистого прибутку до 6,8 тис. грн/га, а рівня рентабельності – до 75,6%. Також високими економічними показниками були за різноглибинної полицевої та диференційованої - 2 систем основного обробітку, де одержано умовно чистий прибуток у межах 5,7-6,0 тис. грн/га з рівнем рентабельності – 65,8; 63,8%, відповідно. За одноглибинного мілкого безполицевого обробітку досліджувані показники зменшилися до 3,6 тис. грн/га або на 40,1%.

3. У сівозміні-2 (2011-2015 рр.) максимальний чистий прибуток 8,4; 8,3 тис. грн/га, відповідно, визначено за систем різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту (варіант-1) та диференційованої-1 (варіант 4) на фоні дози добрив  $N_{75}P_{60}$ . За виробництвом валової продукції у розрахунку на один гектар сівозмінної площі система різноглибинної оранки забезпечила валовий прибуток на рівні 16,9 тис. грн. У варіанті диференційованої-1 системи основного обробітку він був нижчим і склав 16,7 тис. грн, з однаковим рівнем рентабельності 98,8 %. Найбільш низькою окупністю витрат на технології вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні на зрошенні була за одноглибинної мілкої безполицевої системи обробітку (варіант-3), де рівень рентабельності склав 55,4%.

4. Підвищення дози внесення мінеральних добрив до  $N_{97,5}P_{60}$  на один гектар сівозмінної площі забезпечило зростання урожайності всіх культур



сівозміни, а відповідно зросло і виробництво валової продукції, її вартість, рівень рентабельності. Зростання виробництва валової продукції, порівняно з дозою внесення мінеральних добрив  $N_{75}P_{60}$ , у варіанті різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби становило 14,2%, в той час як у варіанті диференційованого-1 і одноглибинного мілкового обробітку, зростання відбулось у межах 15,5 та 15,6%. Умовно чистий прибуток перевищив 10 тис. грн/га у варіантах з внесенням добрив у дозі  $N_{97,5}P_{60}$  та використанням різноглибинної полицевої та диференційованої-1 систем обробітку ґрунту.

5. Доведено, що за вирощування пшениці озимої застосування різних гербіцидів мало безпосередній вплив як на витрати, так і на прибуток технології вирощування культури. Економічні показники технології вирощування пшениці озимої свідчать про істотні переваги використання Гранстар 75 в.г. та Пік 75 WG. Показники економічної ефективності застосування гербіцидів у посівах кукурудзи на зерно за вирощування у 4-пільній короткоротаційній сівозміні дозволили зробити висновок про те, що застосування у боротьбі з бур'янами гербіциду Пік 75 WG, в.г. дозволяє підвищити умовний чистий прибуток на 346,5 грн/га.

6. В середньому за досліджуваними системами основного обробітку ґрунту максимальні витрати енергії на обробіток ґрунту в сівозміні-1 визначено в першому варіанті (полицевий обробіток), де вони склали 1,57 та в четвертому (диференційована-1) – 1,14 ГДж/га. За систематичного проведення під усі культури сівозміни мілкої одноглибинної та різноглибинної системи основного обробітку без обертання скиби витрати на їх виконання були меншими, порівняно з системою різноглибинної оранки, відповідно на 68,1% та 37,2%. Диференційовані за способами та глибиною системи основного обробітку ґрунту забезпечили зменшення енергетичних витрат на 27,5 та 46,9%.

7. Вирощування різних культур у короткоротаційній сівозміні на зрошенні обумовило зміни витрат енергії на обробіток ґрунту на одиницю посівної площі. Найвищі енерговитрати зафіксовано за вирощування кукурудзи на зерно (1,31 ГДж/га) та сої (1,13 ГДж/га). Мінімальний рівень даного

показника – 0,89 ГДж/га визначено при вирощуванні ріпаку ярого. Максимальним вихід енергії в сівозміні забезпечили кукурудза (106,9 ГДж/га) та пшениця озима (93,8 ГДж/га), а у варіантах з ріпаком та соєю цей показник зменшився до 35,4-43,6 або на 59,2-66,9%.

8. Визначено, що вихід валової енергії в розрахунку на один гектар сівозмінної площі на рівні 82,0-82,2 ГДж забезпечували системи різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби (варіант 1), а також диференційовані за способами і глибиною обробітку (варіанти 4 та 5). Застосування різноглибинного та одноглибинного безполицевого обробітку призвело зниження енергомісткості врожаю відповідно на 7,4 та 11,2 ГДж/га, або на 9,0 та 13,6%.

9. Збільшення дози внесення мінеральних добрив з  $N_{75}P_{60}$  до  $N_{97,5}P_{60}$  на фоні використання на добриво листостеблової маси усіх культур короткоротаційної сівозміни-2 забезпечило зростання продуктивності сівозміни за виходом валової продукції на 14,4-19,0 ГДж або 15,4-18,0% в середньому по варіантах систем основного обробітку ґрунту в сівозміні. Найкращою визначена продуктивність сівозміни-2 за виходом валової енергії на фоні внесення добрив дозою  $N_{75}P_{60}$  у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованої-1 системи основного обробітку ґрунту в сівозміні – 105,4 ГДж/га. Аналогічна закономірність відзначена за внесення  $N_{97,5}P_{60}$  з максимальним виходом валової енергії у варіантах-1; 4, – 124,4 ГДж/га.

10. Порівнюючи енергетичний коефіцієнт (співвідношення між енергією в одержаному урожаї і витраченою у технологічному циклі його вирощування), визначено, що найменшою окупність витрат на технологію вирощування за обох систем удобрення виявилася за мілкого одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту. За диференційованого-1 обробітку ґрунту (варіант 4) енергетичний коефіцієнт набув максимального значення і склав 2,9 та 3,4 за обох фонів живлення, відповідно. У варіантах інших досліджуваних систем основного обробітку ґрунту енергетичний коефіцієнт на фоні внесення дози добрив  $N_{75}P_{60}$  склав 2,8, а на фоні  $N_{97,5}P_{60}$  зріс до 3,2 або на 14,3%.

**РОЗДІЛ 9**  
**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУР**  
**КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ НА ЗРОШЕННІ З**  
**УРАХУВАННЯМ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ**  
**ЧИННИКІВ**

Отримання високих та якісних урожаїв сільськогосподарських культур з використанням знижених поливних і зрошувальних норм є актуальною проблемою інноваційних технологій зрошення в Україні та в багатьох інших країнах світу. За цим напрямом протягом останніх десятиліть були розроблені численні інструменти підтримки прийняття рішень в області зрошуваного землеробства, які забезпечували можливість нормування витрат поливної води та інших ресурсів на одиницю рослинницької продукції [191, 448].

Цей науковий та практичний напрям дозволяє вирішувати проблему застосування новітніх методів зрошення в усьому світі з урахуванням природно-кліматичних та господарсько-економічних показників. Як результат, протягом останніх десятиліть були розроблені спеціальні комп'ютерні програми, які спрямовані на інформаційне забезпечення зрошуваного землеробства, проте вони, на жаль, не знайшли ще широкого впровадження у виробничих умовах Південного Степу України [22, 23, 65, 125, 442].

Тому важливим науковим і практичним завданням є адаптування новітніх комп'ютерних технологій до локальних умов господарств і зрошувальних систем з точки зору оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур, у першу чергу систем обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин, режимів зрошення, тощо. Такі новітні підходи за рахунок застосування математичних моделей дозволяють розраховувати різні сценарії ведення зрошуваного землеробства та обирати оптимальні поєднання технологічних операцій для економії ресурсних витрат, отримання економічно доцільних рівнів урожаїв та вирішення екологічних проблем агровиробництва.

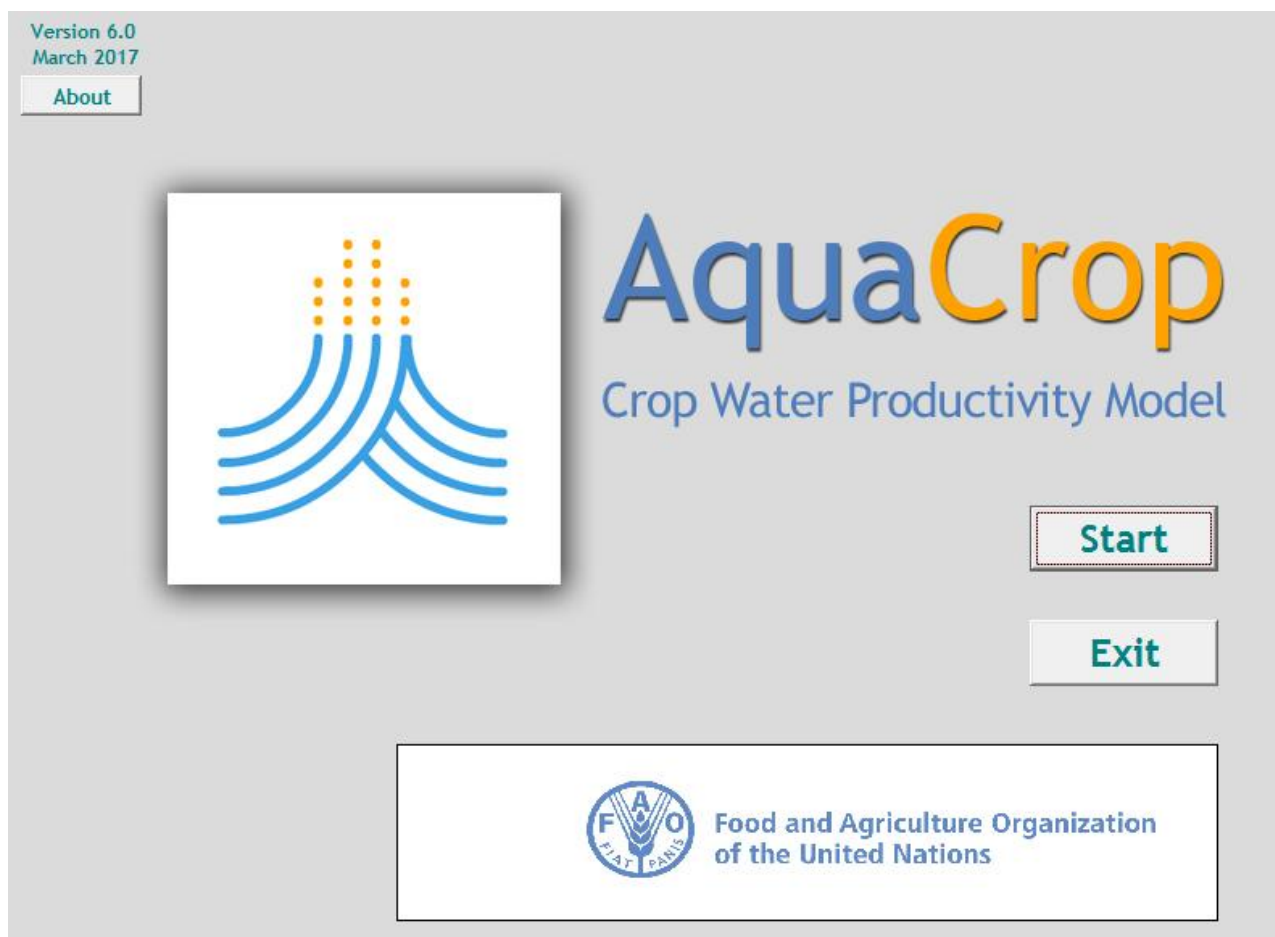
## **9.1 Наукові основи та практичний інструментарій моделювання водокористування та врожайності культур у короткоротаційних сівозмінах**

В теперішній час існує багато імітаційних моделей продуктивності сільськогосподарських культур, які можуть бути використані для оцінки ефективності застосування зрошення в сівозмінах з різним ступенем насичення зерновими, технічними та іншими культурами за умов біологічно оптимальних і водоощадних режимів зрошення, що значною мірою підвищить ефективність використання поливної води, добрив і пестицидів на рівні кожного поля, сівозміни та господарства. Практичне значення при цьому мають імітаційні моделі росту й розвитку рослин, які можна створити в програмних комплексах DSSAT та CROPWAT, проте жодна з цих програм не дозволяє контролювати параметри родючості ґрунту, його еколого-меліоративний стан та оптимізувати сівозміну на основі комплексного аналізу вихідних даних [497]. Одним із стратегічних рішень цих проблем стала розробка Відділу земельних і водних ресурсів ФАО (Продовольча і сільськогосподарська організація) Організації Об'єднаних Націй спеціального програмного комплексу – AquaCrop, який призначений для моделювання витрат води і поживних речовин на формування програмованих рівнів урожайності, встановлення реакції на оптимальне та ресурсоощадне зрошення різних за біологічними параметрами сільськогосподарських культур, дослідження впливу на продукційні процеси рослин метеорологічних чинників тощо (рис. 9.1).

Ця проста та надійна модель була успішно протестована для багатьох зернових, технічних та кормових культур у різних регіонах світу (наприклад, ячмінь – у Південній зоні Сахари в Африці, пшениця – в Ірані та в західних провінціях Канади, кормові культури – в Ефіопії, кукурудза на зерно – в Каліфорнії (США) та ін.) [447, 471, 494, 495].

Багато досліджень було проведено в аридних регіонах за допомогою моделі AquaCrop для оптимізації урожайності зерна та надземної маси з використанням водоощадного або біологічно оптимального зрошення.

Наприклад, Фарахані та Гарсія-Віла в 2009 р. використовували програму AquaCrop для бавовни із застосуванням біологічно оптимального та водоощадного зрошення в Сирії та Іспанії, Салемі та ін., у 2011 – для пшениці озимої при ресурсощадному режимі зрошенні – в посушливих районах Ірану, Іраку та ін., в 2010 р. – для ячменю в різних регіонах Ефіопії [451, 468, 472].



**Рис. 9.1 Стартова сторінка програмно-інформаційного комплексу AquaCrop (програма розроблена вченими ФАО ООН [472], 2014-2017 рр.)**

В програмно-інформаційному комплексі AquaCrop досягнуто оптимального балансу між простотою введення даних, точністю і надійністю, які спрямовані на вивчення динаміки базових і дуже складних біофізичних процесів, щоб гарантувати точне моделювання реакції посівів у системі «рослина – ґрунт». AquaCrop може використовуватися як інструмент

стратегічного планування або для короткострокового прогнозування і для надання допомоги фахівцям агрономічної галузі в прийнятті управлінських рішень як для зрошуваного, так і для неполивного землеробства [497].

Практичне застосування AquaCrop має великі переваги у таких випадках:

- дослідження реакції культур на зміни навколишнього середовища (навчальні інструменти);

- порівняння змодельованих та фактично одержаних урожаїв на кожному полі, у сівозміні, господарстві або в регіоні;

- виявлення чинників, що стримують підвищення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції та продуктивність зрошення (інструменти порівняльного аналізу);

- розробка стратегії в умовах дефіциту води з метою максимального підвищення продуктивності поливної води та застосування ресурсощадних режимів зрошення;

- вибір стратегії штучного зволоження: біологічно оптимальне, водоощадне, ґрунтозахисне;

- коригування строків сівби (садіння), вибору сортів (гібридів), оптимізація системи удобрення, ефективність використання мульчі, накопичення води атмосферних опадів (методів і практик управління агровиробничими системами);

- вивчення впливу зміни клімату на виробництво рослинницької продукції з порівнянням метеорологічних параметрів за минулі роки та прогнозуванням на майбутній період;

- стратегічне планування, багатофакторний аналіз, локальне моделювання, які можуть проводити агрономи, гідротехніки, економісти, працівники державних управлінь водного господарства, вчені, аспіранти та студенти.

Слід відзначити, що існують деякі обмеження використання цієї системи: добові показники нагромадження біомаси та програмований рівень урожайності моделюється тільки для обмеженої кількості культур, які мають єдиний цикл росту й розвитку. Прогнозування врожайності призначене для

локального польового рівня (точкове моделювання) з чітким урахуванням складових елементів систем землеробства на зрошуваних землях на основі контролю таких показників як: атмосферні опади, режими зрошення (поливні і зрошувальні норми, кількість поливів, календарні дати проведення поливів тощо), капілярне підняття, випаровування з поверхні ґрунту та транспірація рослинами (евапотранспірація), переміщення вологи вглиб ґрунтової товщі, де вона стає недоступною для кореневої системи росли тощо [486].

Незважаючи на те, що алгоритм AquaCrop сконструйований на основі складних біофізичних процесів, користувачам необхідно ввести лише відносно невелику кількість параметрів для адаптації програми до різних ґрунтово-кліматичних умов і сільськогосподарських культур. Основою концепції моделі AquaCrop є лінійний зв'язок транспірації культури з її біомасою через параметр продуктивності води (WP) [498]. Протягом заданого інтервалу часу накопичена біомаса (B) є результатом водної продуктивності (WP) і накопиченої транспірації (Tr) листяного покриву, яка обчислюється за формулою (9.1):

$$B = WP \times \Sigma Tr \quad (9.1)$$

При цьому існує можливість встановлення програмованого рівня врожайності (Y) визначеного з біомаси за допомогою параметра, відомого як індекс врожайності (HI), який розраховують за формулою (9.2):

$$Y = HI \times B \quad (9.2)$$

AquaCrop моделює рівні врожаю культур сівозмін у чотири етапи, що робить підхід до моделювання прозорим (додаток Л.1).

В якості основи для розрахунку транспірації і моніторингу розвитку посівів модель використовує більш спеціальний показник – «покрив ґрунту культурою» (CC), який можна характеризувати за індексом площі листя (LAI). CC являє собою частку поверхні ґрунту, що покрита культурою. Вона коливається від 0% поверхні ґрунту, покритого культурою при сівбі й до максимального значення – 100%, наприклад у середині або наприкінці вегетаційного періоду.

Розвиток культури відображений її характеристиками (строком сівби, фаз росту й розвитку, норм висіву, густоти стояння рослин, маси 1000 зерен тощо). Якщо сільськогосподарська культура розвивається в необмежених стресами умовах, то СС можна відобразити в графічному вигляді. Проте стрес від дефіциту ґрунтової вологи, підвищених температур та низької вологості повітря, суховіїв може вплинути на СС та спровокувати раннє дозрівання рослин, що негативно відображається на величині врожайності та якості продукції [472, 475].

Ефект будь-якого екологічного стресу на рослини і агровиробництво моделюється в AquaCrop за допомогою коефіцієнтів стресу ( $K_s$ ), які змінюються від 1 (немає стресу) до 0 (повний стрес) як функція показника стресу [498]:

- стрес від дефіциту вологи: індикатор стресу – це відносне виснаження кореневої зони, він змінюється від 0 при FC (0% виснаження) до 1 (100% виснаженням) у точці постійного в'янення (PWP);

- стрес від надлишку вологи: індикатором стресу є ступінь надлишкової води, яка визначається як кількість води між насиченням ґрунту та анаеробною точкою, за якої у прикореневій зоні починають виникати недостатні умови аерації;

- температурний стрес – дефіцит наростаючих накопичених температур (GDD) (пригнічення процесів нагромадження рослинної біомаси за низьких або високих температур повітря та пригнічення запилення екстремально холодним або жарким повітрям);

- стрес ґрунтового засолення – це надлишок насичення ґрунту солями, що відображається показником електропровідності (ECe).

З науково-теоретичної точки зору динаміка показника СС для умов, коли водний стрес впливає на ростові процеси, має велике значення для попередження надраннього дозрівання сільськогосподарських культур та попередження втрат продуктивності (додаток Л.2).



Приблизно через один місяць після сівби за відсутності або недостатньої кількості атмосферних опадів починає проявлятися водний стрес рослин, що обмежує, а іноді припиняє нормальний розвиток культури. Через відсутність атмосферних опадів наростання показнику СС повністю зупиняється, а в подальший період розпочинається процес раннього «старіння» рослин за зниження показника СС до 50%. Швидкість зниження СС повільно зростає й досягає максимуму, коли підсихання прикореневої зони рослин досягає постійної точки в'янення. Сильний водний стрес здатний істотно скоротити тривалість вегетаційного періоду та негативно позначитись як на врожайності, так і на якості сільськогосподарської культури [488].

На час дати сівби глибина проникнення кореневої системи сільськогосподарської культури є мінімальною ( $Z_n$ ). На фоні використання біологічно оптимального режиму зрошення коренева система рослин буде суттєво розширюватися до досягнення максимальної ефективної глибини вкорінення ( $Z_x$ ), що відображає поняття – «активний шар ґрунту» (в зрошуваному землеробстві – «розрахунковий шар ґрунту»).

Цей процес можна відобразити кривою заглиблення кореневої системи, яка характеризує швидкість укорінення рослин на окремих локальних ділянках і полях сівозмін за умов зрошення. Коли внаслідок евапотранспірації вміст вологи в прикореневій зоні перевищує поріг розриву капілярної вологи, добові втрати коренів можна відобразити співвідношенням  $\Delta Z/\Delta t$ . В оптимальних умовах цей процес регулюється співвідношенням швидкості промочування ґрунту та коефіцієнту водного стресу рослин ( $K_{s_{sto}}$ ). Транспірація культур ( $Tr$ ) для умов біологічно оптимального режиму зрошення розраховується шляхом множення еталонного випаровування ( $ETo$ ) на коефіцієнт продуктивності культури ( $K_c$ ). Коефіцієнт продуктивності культур визначається за характеристиками, які відрізняють певну культуру з повним покриттям листостеблової маси поверхні ґрунту від еталонної. Цей показник пропорційний показнику СС, тому теж змінюється протягом усього життєвого циклу культури [497].

Водний стрес викликає закривання продихів у рослин і, таким чином, впливає безпосередньо на процеси транспірації і нагромадження сухої речовини. Хоча  $K_s$  є консервативним показником, проте він не залишається постійним, а змінюється протягом всього вегетаційного періоду. Для більшості культур  $K_s$  знаходиться в діапазоні від 1,05 до 1,20 [489].

Шляхом моделювання існує можливість розподілу ЕТ на транспірацію  $Tr$  ( $K_{s_{tr}} \times E_{To}$ ) та евапорацію  $E$  ( $E_{To}$ ), причому в переважній більшості випадків показники  $K_{s_{tr}}$  будуть пропорційними показникам  $CC$  (додаток Л.3), а також показникам  $K_e$  і залежати від покриття поверхні ґрунту листостебловою масою рослин. Покрив ґрунту листостебловою масою культури ( $CC$ ) повинен бути відрегульований у відповідності до мікролокальних умов кожного поля зрошеної сівозміни.

Надземна біомаса ( $B$ ) завжди пропорційна сукупній кількості транспірації культури ( $\Sigma Tr$ ). Корируючим фактором цього показника є продуктивність води для формування біомаси ( $WP$ ). В AquaCrop показник  $WP$  характеризується впливом кліматичних умов, що забезпечують нормалізовану продуктивність води в біомасі ( $WP^*$ ), дійсну для різних місць розташування, міжфазних періодів, температурного режиму, концентрацій  $CO_2$  тощо [497].

Відокремлюючи ЕТ від транспірації культур ( $Tr$ ) і випаровування ґрунту ( $E$ ), AquaCrop не приймає до уваги показник непродуктивного споживання води ( $E$ ). У концептуальному рівнянні в ядрі AquaCrop йдеться про те, що нагромадження біомаси ( $B$ ) пропорційно сумарній кількості води, спожитої рослинами на транспірацію ( $\Sigma Tr$ ), що віддзеркалюється за допомогою формули (9.3):

$$B = K_{sb} \times WP^* \times \frac{\sum Tr_i}{\sum E_{toi}}, \quad (9.3)$$

де  $K_{sb}$  – коефіцієнт стресу для нагромадження біомаси рослинами;

$WP^*$  – продуктивність води для формування біомаси, нормалізована для клімату певної ґрунтово-кліматичної зони

Головна мета нормалізації процесів водоспоживання полягає в тому, щоб адаптувати рослини для локальних умов, які складаються на кожному полі – територіальне розташування, календарний строк (фаза розвитку рослин), температурний режим, концентрація  $\text{CO}_2$  для підвищення інтенсивності продукційних процесів, формування запрограмованих параметрів біомаси, врожайності та якості.

Якщо стрес викликаний нестачею води, враховується коефіцієнт стресу від дефіциту ґрунтової води ( $K_{s_{sto}}$ ), що проявляється у закритті продихів на листках рослин і припиненням фотосинтезу. Якщо стрес пов'язаний з надлишком води, то враховується коефіцієнт ґрунтової води для недостатньої аерації ( $K_{s_{aer}}$ ). Коли вміст вологи у прикореневій зоні зменшується нижче порогу закриття продихів у рослин, тоді  $K_{s_{sto}}$  стає менше одиниці, а зниження транспірації призведе до зниження врожайності. Відповідно коли вміст вологи в активному шарі ґрунту перевищує порогові значення за недостатньої аерації, то  $K_{s_{aer}}$  стає менше одиниці, при цьому також знижується транспірація сільськогосподарських культур.

В програмі AquaCrop виокремлюється різниця між продуктивністю води для формування біомаси ( $WP$ ) та продуктивністю води ( $WP_{ET}$ ), яка також має назву – ефективність використання води ( $WUE$ ). Продуктивність води для формування біомаси  $WP$  відноситься до кількості біомаси, яка може бути отримана з певною кількістю води, тому вона виражається в кг на  $1\text{ м}^3$  води. Ефективність продуктивності води  $WP_{ET}$  віддзеркалює співвідношення між урожайністю культури та випаровуванням, вона також виражається в кг на  $1\text{ м}^3$  води. Ці показники є відображенням ефективності застосування зрошення при вирощуванні сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах і можуть бути використані як індикатор для оцінки продуктивності системи зрошеного землеробства.

Фактичні та змодельовані показники надземної біомаси рослин ( $B$ ) об'єднує практично всі елементи продуктивності фотосинтезу та чітко відображає кількість засвоєння енергії певною культурою сівозміни протягом

вегетаційного періоду. Індекс врожайності (НІ) є відображенням показників нагромадження (В). Фактичний НІ отримують шляхом коригування в процесі моделювання, еталонного індексу врожайності (НІо) з використанням коригувального фактору ефектів від стресів. Причому гідротермічні умови безпосередньо впливають на один або декілька з перерахованих вище процесів [497].

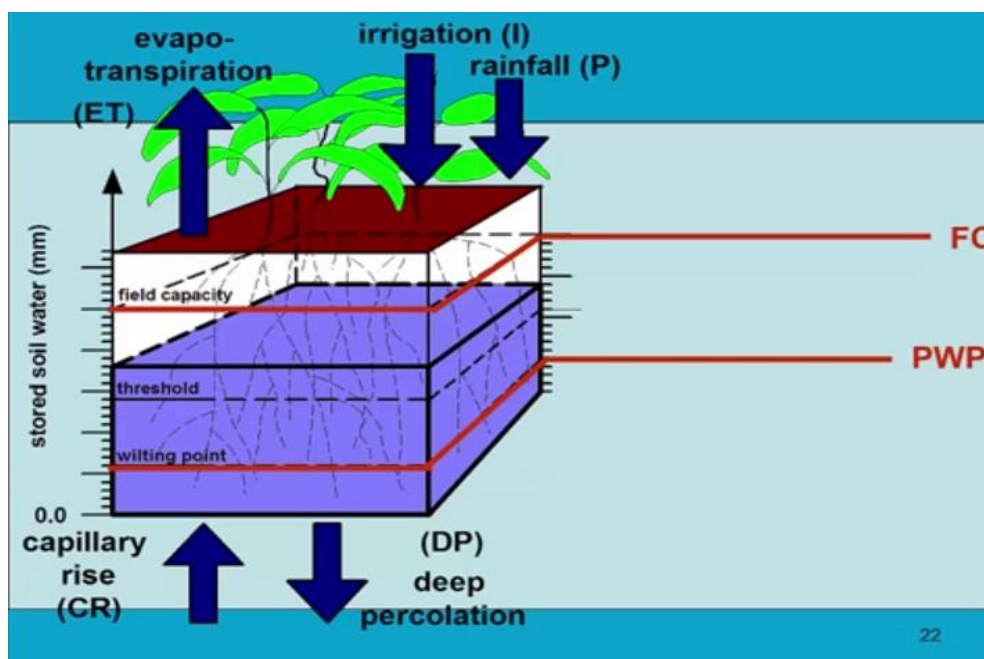
Оскільки AquaCrop не диференціюється за типом біологічних продуктів, які накопичуються протягом всього періоду вегетації, то змодельовані показники сухої надземної біомаси (В) відносяться до сукупної маси стебел, листя, квітів тощо. Кінцевий урожай (У) отримується шляхом множення (В) на індекс врожайності (НІ), який відображає масу зібраної рослинницької продукції у відсотках від загальної надземної біомаси.

Водні й температурні стреси у період вегетації можуть змінювати НІ з його початкового контрольного значення (НІо). Для багатьох сільськогосподарських культур (зернові, плодові, овочеві, картопля тощо) індекс врожайності починає підвищуватись одразу після фази цвітіння (додаток Л.4).

Зазвичай величина, яка досягається наприкінці вегетаційного періоду під час дозрівання врожаю в оптимальних умовах вирощування, приймається за контрольну НІ (НІо) для кожної сільськогосподарської культури [498]. НІо є певною мірою слабкозмінним параметром, проте може бути специфічним для конкретної культури.

Слід відзначити, що для коренеплідних і бульбоплідних культур збільшення НІ починається при утворенні бульб або збільшенні коренів, що відображено криволінійною функцією (див. рис. 9.6 (б)). Коли підвищення НІ відбувається стрімкими темпами, рівень урожайності може досягти свого контрольного значення (НІо) до кінця вегетаційного періоду. Наприклад, для овочевих культур НІ швидко зростає одразу після проростання насіння й сходів, а свого еталонного значення НІо досягає на перших етапах органогенезу.

При розрахунках величин водоспоживання посівів приймається до уваги водний баланс ґрунту, тобто всі вхідні елементи – опади (P), зрошення (I), капілярне підняття (CR) та вихідні – евапотранспірація (ET), поверхневий стік (RO), глибинна інфільтрація опадів (DP), що надходять або залишають ґрунтовий кореневмісний шар (рис. 9.2). Якщо врахувати всі потоки, за винятком евапотранспірації, остання може бути виведена зі зміни вологості ґрунту за період часу [497].



**Рис. 9.2 Моделювання вхідних та вихідних рухів води в активному (кореневмісному) шарі ґрунту при вирощуванні культур сівозміни на зрошенні [497]**

Метод водного балансу ґрунту може дати значення ET лише для тривалого періоду часу, як мінімум для тижня або декади. Щоб відстежувати вміст вологи в кореневій зоні ( $W_r$ ), програма AquaCrop оновлює водний баланс ґрунту на кожному щоденному часовому кроці для кожного поля сівозмін.

У дослідженнях балансу води в ґрунті прикоренева зона часто зображується як резервуар для води. Частина атмосферних опадів (P) може бути втрачена на поверхневий стік (RO), проте волога також може

переміститися в прикореневу зону за допомогою капілярного підняття (CR) на площах з неглибоким заляганням рівня ґрунтових вод. Процеси, такі як випаровування ґрунту (E), транспірація культур (Tr) і глибокі перколяційні втрати (DP), виводять вологу з ґрунтової товщі, а значить вона не може бути використана рослинами на формування біомаси і продукування врожаю.

Програма AquaCrop має інструменти врахування впливу дренажу й перколяції (просочування – DP) з активного шару ґрунту, які можна використати для моделювання інфільтрації атмосферних опадів та зрошення. Для функції дренажу використовується дренажна характеристика  $\tau$  (tau), яка пропорційна насиченій гідравлічній провідності (Ksat) шару ґрунту [498].

Характеристика дренажу ( $\tau$ ) віддзеркалює зниження вмісту води в активному шарі ґрунту. Таке зменшення відображено у вигляді частки від загальної кількості води, що дронується, і є вмістом води до повного заповнення капілярів – FC, що еквівалентно поняттю найменшої польової вологоємності, яке у вітчизняній літературі відображається як НВ (найменша вологоємність ґрунту). В AquaCrop потенціал капілярного підйому (CR) з мілкої прошарку ґрунту під посівами сільськогосподарських культур сівозмін на зрошенні розраховується шляхом врахування властивостей ґрунту та насичення гідравлічної провідності (Ksat) різних шарів ґрунту, через які вода переміщується уверх по ґрунтовому горизонту. Щоб обчислити реальну величину CR, програма враховує вміст ґрунтової води в нижній частині прикореневої зони, оскільки це визначає потенційні можливості культури сформувати високий та якісний урожай.

Поверхневий стік (RO) визначається за графічним методом кривих (розроблений Службою збереження родючості ґрунтів США [468]), для цього залучають необхідну кількість кривих (CN) та використовують їх для моделювання. Базове значення CN, яке є характеристикою профілю ґрунту, походить від Ksat верхнього горизонту. Під час розрахунків CN коригують на вміст ґрунтової води у верхньому шарі ґрунту. Показник CN повинен бути скоригований для нахилу й контуру зрошуваного масиву, способу сівби або

садіння, властивостей ґрунтового покриву та особливостей технології вирощування культур у сівозміні на зрошенні, що безпосередньо впливає на інфільтрацію. Програма AquaCrop не враховує поверхневий стік, за якого вода буде втрачатися після зрошення, оскільки можна припустити, що поливи повністю контролюються фахівцями господарства.

Виснаження кореневої зони ( $D_r$ ) відображає кількість ґрунтової вологи, яка залишилася в прикореневій зоні. Повна вологоємність поля ( $FC$ ) відображає кількість води, яка накопичується в повністю змоченій прикореневій зоні (активному шарі) після надходження великої кількості атмосферних опадів або зрошення підвищеними поливними нормами.

Ґрунтовий водний баланс характеризується такими фізичними характеристиками ґрунту:

- структура ґрунту: відносна пропорція маси піску, мулу та фракцій глини, що визначає структурний клас (тип) ґрунту або конкретного його шару;
- щільність складення ґрунту ( $\rho_b$ ): визначається кількістю сухої маси, яку вагова одиниця ґрунту містить у своєму природному польовому стані;
- загальна пористість або загальний обсяг пор: відношення об'єму пор до щільності складення ґрунту. Відповідає об'ємному вмісту води в ґрунті при його насиченні ( $\theta_{SAT}$ ).

Орієнтовні значення фізичних і ґрунтових характеристик вмісту води наведено в таблиці 9.1 для дванадцяти ґрунтових текстурних класів (типів), виділених у програмі AquaCrop, або орієнтовні значення, отримані за допомогою математичного моделювання з перенесенням трансферних функцій, які приймають за вхідні дані вміст глини, піску та мулу в гранулометричному складі ґрунту.

Характеристики профілю ґрунту складаються з фізичних параметрів ґрунту, необхідних для моделювання динаміки вмісту вологи в прикореневій зоні та руху ґрунтової води по шарах верхнього горизонту. В даній системі профіль ґрунту може складатися з п'яти різних горизонтів, кожен з яких має свої фізичні та еколого-меліоративні характеристики. Необхідні характеристики

профілю ґрунту складаються з об'ємного вмісту води при його насиченні (SAT), польової вологоємності (FC), точки в'янення (PWP) та гідравлічної провідності.

Із розглянутих вище даних визначаються показники TAW (загальної доступної ґрунтової вологи), за якими можна розрахувати водний баланс поля сівозміни на зрошенні, REW (легкодоступна для рослини волога), функція капілярного підйому CRmax, при цьому встановлюють показники Ksat, клас ґрунту та число кривих (CN). Необхідні характеристики для ґрунтових вод складаються з глибини їх залягання у метрах нижче поверхні ґрунту, а також її солоності, вираженої в дециметрах Сіменс на метр (dS/м). Вони можуть бути постійними або змінними у часі.

Таблиця 9.1

**Основні фізичні та еколого-меліоративні характеристики ґрунту, які треба враховувати для моделювання водного режиму [506]**

Ґрунт, класифікаційний клас	Щільність складення (Pb)	Вміст вологи в ґрунті,			TAW мм/м	Ksat мм/день
		SAT	FC	PWP		
Пісок	1,71	36	13	6	70	3000
Суглинковий пісок	1,63	38	16	8	80	2200
Легкий суглинок	1,56	41	22	10	120	1200
Суглинок	1,42	46	31	15	160	500
Важкий суглинок	1,42	46	33	13	200	575
Муловий суглинок	1,52	43	33	9	240	500
Муловий піщаний суглинок	1,40	47	32	20	120	225
Муловий суглинок	1,32	50	39	23	160	125
Важкий муловий суглинок	1,27	52	44	23	210	150
Супіщана глина	1,32	50	39	27	120	35
Мулова глина	1,21	54	50	32	180	100
Глина	1,19	55	54	39	150	35

Програма AquaCrop використовує відносно невелику кількість вхідних параметрів, а також приймає інтуїтивні вхідні показники для певного класу



грунту. Вони або широко доступні, або вимагають простих методів їх визначення. Вхідні дані включають метеорологічні дані, характеристики культур сівозміни і ґрунтів за умов зрошення, методи управління зрошенням, особливості технологій вирощування для кожної культури. Характеристики ґрунтів поділяються на: ґрунтовий профіль; характеристики підґрунтових вод; методи управління зрошенням, удобрення та ін. технологічні операції [498].

Для моделювання можна обирати кількість атмосферних опадів за добу, 10-денний період або за місяць. Для коригування транспірації культур і продуктивності води для формування біомаси програма AquaCrop також вимагає застосування середньорічного показника концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері, який можна обрати з бази даних програми (файл «MaunaLoa.CO<sub>2</sub>» – містить середньорічні показники CO<sub>2</sub> за період з 1902 року до сьогоднішнього дня, які регулярно оновлюються через Інтернет).

У світовій практиці зрошувального землеробства еталонна евапотранспірація певної сільськогосподарської культури розраховується за допомогою стандартизованого метода ФАО ООН – Пенмана-Монтейта, згідно метеорологічних даних в окремому модулі AquaCrop – «Калькулятор ETo». Програма може обробляти щоденні, десятиденні та щомісячні кліматичні дані. Дані можуть бути представлені в самих різних одиницях і кліматичних параметрах. Необхідні дані для розрахунку ETo – максимальна (T<sub>x</sub>) і мінімальна (T<sub>n</sub>) температура повітря, його вологість; різниця між насиченим і фактичним (e<sub>a</sub>) тиском парів (дефіцитом тиску пара або дефіцитом насичення), що є точним показником фактичної випаровуваності, дані про сонячну радіацію, швидкість вітру, розташування станції; широта (північна або південна) потрібні для розрахунку космічного випромінювання (R<sub>a</sub>) і максимальної кількості годин сонячного сяйва [102]. Для розрахунку психрометричної постійної (γ) потрібно вказати висоту в метрах над рівнем моря, на якій розташований зрошуваний масив. Крім того, можна також завантажити вже існуючі дані з інших інформаційних систем.

База даних AquaCrop містить окремі файли сільськогосподарських

культур, в яких зберігаються відкалібровані та повністю перевірені параметри для певної культури [497]. Постійні параметри врожаю, тобто параметри, які не змінюються або несуттєво змінюються з часом, незалежно від технології вирощування, географічного розташування зрошуваного масиву, клімату та поточних метеорологічних умов тощо. Передбачається також, що вони не істотно змінюються з використанням різних сортів і гібридів, якщо не вказано інші особливі дані. Також в програмі містяться приклади порогових значень для стресових і нормальних умов росту й розвитку сільськогосподарських культур з параметрами продуктивності води для формування біомаси ( $WP^*$ ).

Для локальних умов кожного господарств, особливо при вирощуванні специфічних сортів і гібридів, нетипових параметрів ґрунту й технологій вирощування, необхідно коригувати ці базові елементи системи зрошуваного землеробства при доборі сортового складу, за зміни умов навколишнього середовища, відмінних від тих, які були прийняті для моделювання під час налаштування програми. Прикладами є тривалість вегетаційних періодів вирощування, густина стояння рослин, глибина обробітку ґрунту, фон мінерального живлення та ін. При проведенні моделювання для певного сорту (гібриду) й у конкретному середовищі (клімат, ґрунт, погодні умови, особливості агротехніки тощо), базові параметри формування врожаю не вимагають коригування й калібрування (рис. 9.3).

Конкретні й нетипові параметри сільськогосподарських культур можуть бути відкориговані за такими складовими елементами:

- спосіб сівби (садіння), густина стояння рослин, яка буде визначати початкове ( $SS_0$ ) і максимальне ( $SS_x$ ) покриття, час досягання 90% рослин (впливає на підготовку ґрунту полів на рівні сівозмін і господарства, температуру та вологість ґрунту);
- специфічні для сортів (гібридів) сільськогосподарських культур параметри (фенологія, біометрія): термін досягнення максимального рівня покриття поверхні ґрунту ( $SS_x$ ); термін початку підсихання – так званого

«старіння»; термін фізіологічної стиглості; термін початку цвітіння (або початок формування врожаю); тривалість фази цвітіння тощо;

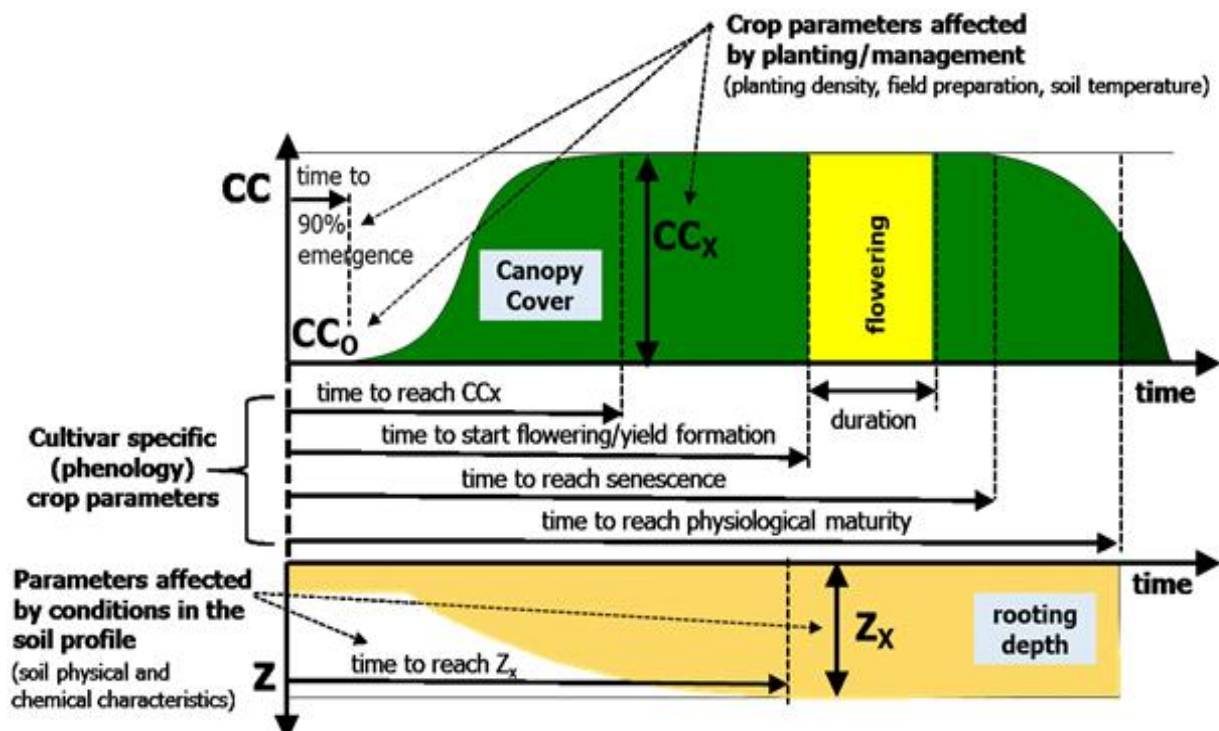


Рис. 9.3 Параметри калібрування (настроювання), які слід налаштувати програми AquaCrop згідно до обраного сорту культури та умов навколишнього середовища [497]

- параметри, що впливають на умови зволоження верхнього шару ґрунту: максимальна ефективна глибина вкорінення рослин ( $Z_x$ ); швидкість вкорінення (або час досягнення  $Z_x$ ), на які впливають фізичні характеристики ґрунту (температура, механічний склад, аерація) і хімічні характеристики ґрунту (рН, вміст солей тощо).

При використанні програми є можливість обрати режим розвитку культури як в календарні дні, так і в режимі «GDD» (накопичення теплових одиниць). Розробка CC моделюється як функція часу в програмі AquaCrop. Теплові одиниці (в градусах Цельсія – °C), накопичені протягом дня, розраховуються шляхом визначення базової температури від середньої температури повітря ( $T_{avg}$ ) за формулою (9.4):

$$0 \leq GDD = T_{avg} - T_{base} \quad (9.4)$$

При цьому базова температура ( $T_{base}$ ), яка є консервативним параметром для сільськогосподарських культур, уявляє собою температуру, нижче якої культура не може розвиватись. Якщо середня температура повітря нижче  $T_{base}$ , тоді протягом цього дня не можуть бути накопичені теплові одиниці, а GDD дорівнює 0.

В програмно-інформаційному комплексі AquaCrop є можливість проведення планування та оперативного управління зрошенням, а також іншими технологічними операціями, що дозволяє оптимізувати систему зрошуваного землеробства на рівні господарства.

Перед плануванням необхідно визначити метод зрошення, оскільки він впливає на моделювання водного балансу в ґрунті (тобто, випаровування із відсоткової частки зволоженої поверхні ґрунту) [507].

Чиста потреба в зрошуваній воді розраховується в AquaCrop шляхом встановлення змодельованих обсягів додавання необхідної кількості води до профілю ґрунту кожного дня, коли виснаження прикореневої зони перевищує задані програмою значення. Невелика кількість води, що додається, коли виснаження прикореневої зони перевищує вказаний поріг, відповідає чистій потребі в зрошуваній воді для цього тимчасового кроку (дня, пентада, декада). Вимоги в сезонній зрошуваній воді визначаються загальною кількістю води, доданої за цей період.

Чиста потреба в зрошуваній воді, тобто зрошувальна норма, визначена AquaCrop, не враховує додаткову воду, яка повинна застосовуватися для обліку втрат при транспортуванні або нерівномірному розподілі води на полі.

Створення графіків поливів є практичним способом планування або оцінки потенційної стратегії штучного зволоження. В цьому режимі AquaCrop буде генерувати дати проведення поливів та глибину активного шару ґрунту за такими параметрами:

- критерій часу – який показує, коли необхідно застосовувати зрошення, при цьому враховуються інтервали міжполивного періоду або коли з прикореневої зони витрачено певну кількість вологи;

- критерій глибини – відображає кількість води, яку необхідно подати на конкретне поле для зрошення певної культури сівозміни. Кількість поливної води може бути зафіксована або виражена як кількість води для доведення вмісту ґрунтової води в прикореневій зоні (активному шарі) до показників НВ (FC) в розрахунковому шарі ґрунту.

Режим планування зрошення використовується для оцінки існуючих режимів зрошення. Причому для кожного поливу користувач вказує: час його проведення; глибину промочування ґрунту, якість води та її електропровідність (EC).

Ефективність сформованих графіків режиму зрошення можна оцінити за результатами даних в меню «Моделювання». Можна проаналізувати змодельований дефіцит вологозабезпечення прикореневої зони (Dr), трансформацію зон зволоження за прошарками активного шару ґрунту (CC), а також транспірацію культур (Tr).

Змодельовані показники біомаси рослин (B), програмованої урожайності (Y) і продуктивності зрошення ET ( $WP_{ET}$ ) можуть надати важливу інформацію щодо ефективності застосування штучного зволоження, систем обробітку ґрунту, удобрення та інтегрованого захисту рослин. Додаючи або видаляючи іригаційні параметри з коригуванням міжполивних періодів, норм вегетаційних поливів, можна перевіряти показники програмованої врожайності та водного режиму ґрунту для того, щоб отримати найкращий результат і в подальшому реалізувати його на практиці.

Водоощадний режим зрошення дозволяє стабілізувати врожайність, використати меншу кількість води, добрив і пестицидів на одиницю продукції, покращити економічну та енергетичну ефективність, зменшити антропогенний тиск на довкілля. При застосуванні водоощадного режиму зрошення вологозабезпечення рослин є обмеженим і не задовольняє повною мірою оптимальну водопотребу культур сівозміни, що неминуче призводить до деякого водного стресу рослин і, отже, до зниження врожайності.

Слід відзначити, що хоча рівень урожайності при проведенні поливів за водозберігаючою схемою нижче, ніж за біологічно оптимальних режимів зрошення, ефективність використання евапотранспіраційної води ( $WP_{ET}$ ) може бути максимізована саме при водоощадних режимах зрошення.

Для правильного проектування стратегії водоощадних режимів зрошення програма AquaCrop може стати корисним інструментом, оскільки може бути використана як для планування, так і для оперативного управління штучним зволоженням. На графіках режимів зрошення в меню «Моделювання» можна в певні проміжки часу стежити за впливом водного стресу на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур на окремих полях сівозміни за умов зрошення.

Це необхідно для управління водним режимом кожного поля короткоротаційної сівозміни. Частка атмосферних опадів, втрачених на поверхневий стік, оцінюється за допомогою методу числа кривих (CN), яке засновано на характеристиках профілю ґрунту ( $CN_{soil}$ ). Зауважимо, що при застосуванні різних способів обробітку ґрунту, які впливають на динаміку ґрунтових вологозапасів, необхідно відкоригувати показники  $CN_{soil}$ .

При застосуванні інструментів програми AquaCrop для моделювання окремих елементів технології вирощування сільськогосподарських культур в зрошуваній сівозміні необхідно вказати:

- відсоткове збільшення/зменшення показників  $CN_{soil}$ , які відбулися за використання різних способів та глибини обробітку ґрунту на окремих полях сівозміни;
- агрозаходи, що запобігають поверхневому стоку. Коли, наприклад, режим зрошення складається з розподілу води невеликими нормами на окремих мікроділянках за допомогою краплинного способу поливу, тоді повинен бути відключеним параметр – «поверхневий скид»;
- створення на поверхні поля борозен або валів, які блокують поверхневий стік і зберігають підвищені обсяги поливної води над певними ділянками поля, наприклад як у випадку з рисовими чеками;

- мульчування – програма AquaCrop моделює зменшення випаровування, коли мульча покриває поверхню ґрунту. Така мульча може складатися з органічних рослинних решток, спеціальних синтетичних плівок, пластикових або будь-яких інших матеріалів, що зменшує випаровування ґрунту, підвищує його температуру на ранніх етапах органогенезу, попереджає масовий розвиток бур'янів тощо;
- ступінь покриття поверхні ґрунту рослинами (у відсотках) в різні фази їх росту й розвитку [498].

З точки зору оптимізації системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні та підвищення родючості ґрунту важливе наукове й практичне значення має моделювання стресів, викликаних дефіцитом поживних речовин з використанням балансу елементів живлення та побудови моделі поживного режиму ґрунту.

Таким чином, програма AquaCrop використовує непрямий підхід, моделюючи вплив стресу на родючість ґрунтів, показники СС та продуктивність використання поливної води для формування біомаси рослин  $WP^*$ . Оскільки програма не імітує поживні цикли і динаміку балансу поживних речовин, а лише імітує вплив стресу на розвиток рослин і продукування біомаси, система надає можливість відрегулювати реакцію сільськогосподарських культур на зміни параметрів родючості ґрунтів [465].

Стрес від наявності водорозчинних солей в ґрунті моделюється за допомогою коефіцієнту засолення ґрунту ( $K_{s_{salt}}$ ). Середня електрична провідність насиченої ґрунтової фракції ( $E_{Ce}$ ) з прикореневої зони є показником небезпеки засолення або осолонцювання ґрунту. Верхній і нижній порогові значення для  $E_{Ce}$  є специфічними для конкретних сільськогосподарських культур і різних класів ґрунтів.

Стрес від засолення ґрунту призводить до зменшення СС і закриття продихів у рослин. Через стрес засолення в ґрунті СС буде поступово знижуватись, особливо після досягнення середини вегетаційного періоду та наприкінці вегетації культур сівозміни за умов зрошення. Через наявність солей

і високий осмотичний тиск, який знижує водний потенціал ґрунту, в прикореневій зоні погіршується водний режим, а вода з активного шару ґрунту стає менш доступною для рослин [498].

Такі негативні явища можуть призвести до різкого зниження врожайності, погіршення якості, зменшення економічної ефективності, виникнення екологічних проблем у ґрунті.

## **9.2 Моделі продукційного процесу сільськогосподарських культур в сівозмiнах на зрошенні для оптимізації агротехнологій на рівнях поля, сівозмiни, підприємства**

З метою адаптування програми AquaCrop для умов Південного Степу України нами змодельовано параметри агровиробничої системи та здійснено порівняння сценаріїв продуктивності досліджуваних культур за кількістю використаної поливної води, витратами добрив та показниками програмованої урожайності на рівні полів короткоротаційної сівозмiни. Для моделювання використано експериментальні дані та локальні умови ДП «ДГ «Асканійське» Інституту зрошуваного землеробства НААН за період 2011-2015 років.

Вхідними показниками щодо температурних даних, кількості атмосферних опадів, швидкості вітру та тривалості сонячного світла для програми AquaCrop [497] були дані Інтернет-ресурсу [13].

Еталонна евапотранспірація була розрахована за допомогою програмно-інформаційного комплексу CROPWAT [460] (рис. 9.4).

В подальшому отримана інформація була імпортована у вигляді сформованого файлу та завантажена до бази даних AquaCrop. Середньорічну концентрацію CO<sub>2</sub> було отримано з бази даних програми за історичними часовими діапазонами атмосферних концентрацій CO<sub>2</sub> з періодичним вимірюванням в Обсерваторії Мауна-Лоа на Гавайях. У результаті завантаження цих вихідних даних програмою сформовано графічні блоки даних



атмосферних опадів, еталонної евапотранспірації, температур повітря та концентрації CO<sub>2</sub> (додаток Л.5), що надає можливість проаналізувати метеорологічні умови, які складаються протягом певного року.

Декадная ЕТо по Пенману-Монтейту - C:\Program Files\CROPWAT\Data\Climate\Uk...

Страна: Україна      Станция: 133 НААН

Абс.высота: 43 м.      Широта: 46.00 °C      Долгота: 32.00 °B

Месяц/Дек	Мін темп °C	Мах темп °C	Влажность %	Ветер м/с	Солн.свет часы	Рад МДж/мл/сут	ЕТо мм/сутки
<b>Янв 1</b>	-10.2	-3.2	87	3.3	8.5	7.8	0.26
2	-0.3	4.3	92	2.2	9.1	8.7	0.21
3	1.7	4.0	97	3.8	9.3	9.7	0.22
<b>Месяц</b>	<b>-2.9</b>	<b>1.7</b>	<b>92</b>	<b>3.1</b>	<b>9.0</b>	<b>8.7</b>	<b>0.23</b>
<b>Фев 1</b>	-0.3	5.4	89	4.0	10.0	11.3	0.61
2	-5.8	2.1	81	3.3	10.3	12.9	0.78
3	-1.0	9.6	84	2.9	11.0	14.8	1.20
<b>Месяц</b>	<b>-2.4</b>	<b>5.7</b>	<b>85</b>	<b>3.4</b>	<b>10.4</b>	<b>13.0</b>	<b>0.86</b>
<b>Мар 1</b>	-0.2	7.3	80	2.4	11.3	16.4	1.31
2	2.3	9.6	79	4.5	12.1	18.8	1.80
3	1.9	11.4	75	2.8	12.4	20.8	2.20
<b>Месяц</b>	<b>1.3</b>	<b>9.4</b>	<b>78</b>	<b>3.2</b>	<b>11.9</b>	<b>18.7</b>	<b>1.77</b>
<b>Апр 1</b>	1.7	9.5	82	4.3	13.2	23.3	2.08
2	5.4	17.5	70	3.0	13.5	24.9	3.50
3	5.2	16.8	72	2.1	14.2	27.0	3.53
<b>Месяц</b>	<b>4.1</b>	<b>14.6</b>	<b>75</b>	<b>3.1</b>	<b>13.6</b>	<b>25.0</b>	<b>3.03</b>
<b>Май 1</b>	9.3	19.3	78	2.6	14.5	28.3	3.96
2	10.9	23.6	62	2.2	15.1	29.8	5.16
3	13.2	25.9	69	2.0	15.3	30.6	5.44
<b>Месяц</b>	<b>11.1</b>	<b>22.9</b>	<b>70</b>	<b>2.3</b>	<b>15.0</b>	<b>29.6</b>	<b>4.85</b>
<b>Июн 1</b>	14.2	27.4	62	3.0	15.4	31.1	6.25
2	15.8	28.2	66	2.1	15.5	31.3	6.07
3	15.4	25.0	73	3.4	15.5	31.3	5.57
<b>Месяц</b>	<b>15.1</b>	<b>26.9</b>	<b>67</b>	<b>2.8</b>	<b>15.5</b>	<b>31.2</b>	<b>5.96</b>

Рис. 9.4 Вхідні дані розрахованої еталонної евапотранспірації

Для моделювання складових елементів технологій вирощування, норм витрат поливної води, добрив та інших ресурсів, а також рівнів продуктивності культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні формували бази даних вихідних показників. Для кожної з культур було проведено калібрування

відповідно до посівних норм (sowing rate), маси 1000 зерен (1000 seed mass), схожості насіння (germination rate), ширини міжрядь (row spacing), відстані між рослинами в ряду (plant spacing).

На рисунку 9.5 наведено копію екрану калібрування густоти стояння рослин кукурудзи та сої на дослідних ділянках. Після введення цих характеристик програма автоматично розраховує густоту стояння культур і розмір «покриву» культури – СС. Дата сівби в нашому дослідженні співпадала з датою початку моделювання (симуляції), тобто початком вегетаційного періоду культур сівозміни.

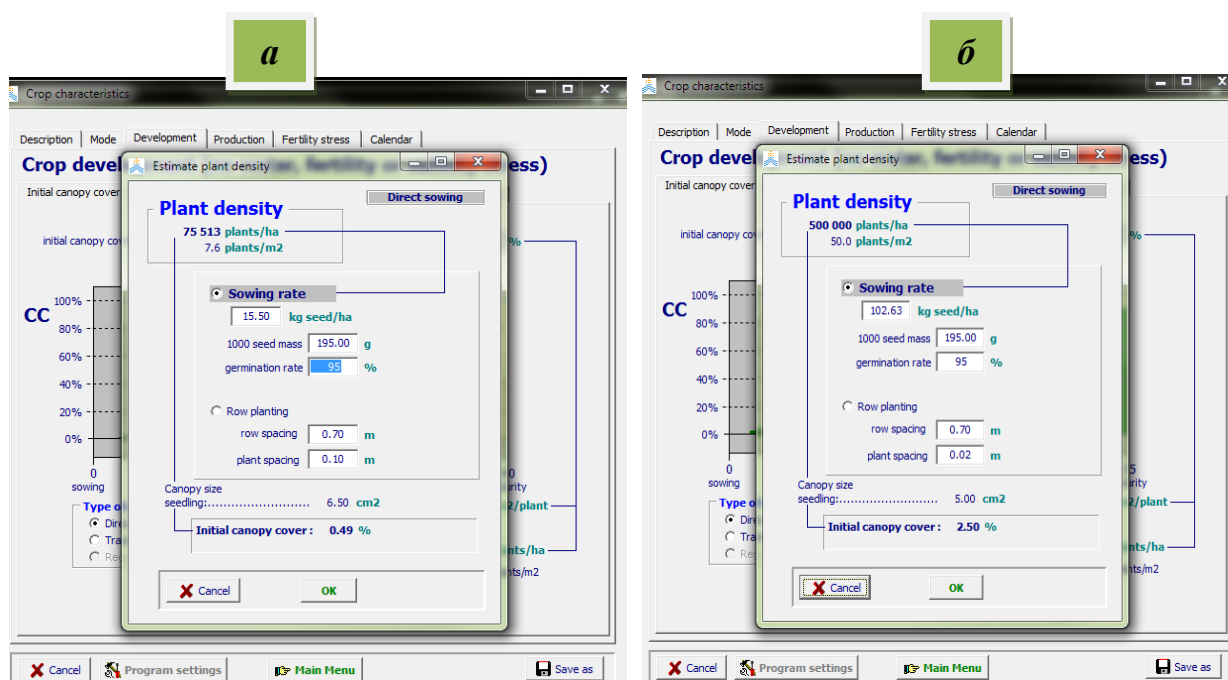


Рис. 9.5 Копія екрану програми AquaCrop з вікнами калібрування густоти стояння посіву кукурудзи (а) та сої (б)

Далі нами були налаштовані параметри про кількість днів з першого дня після сівби до моменту проростання насіння (emergence), з першого дня після сівби до дати утворення максималної листостеблової маси – «максимальний покрив ґрунту» (max canopy), з першого дня після сівби до дати дозрівання врожаю – «старіння рослин» (senescence), з першого дня після сівби до дати повної стиглості культури (maturity), а також дані щодо тривалості фази

цвітіння для кожної культури короткоротаційної сівозміни.

У додатку Л.6 відображено змодельовані параметри формування надземної біомаси кукурудзи (*a*), ячменю озимого (*б*) та сої (*в*).

Враховуючи, що у досліджуваній короткоротаційній сівозміні використовували інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур, у блоці програми з управління родючістю ґрунту не було вказано на можливість мульчування поверхні ґрунту полів (рис. 9.6, *a*). Родючість ґрунту була визначена на рівні оптимальних параметрів.

Стрес від впливу бур'янів на розвиток культури був умовно встановлений на рівні 3% протягом всього вегетаційного періоду (див. рис. 8.6, *б*), що пов'язано із застосуванням інтегрованої системи захисту рослин, яка забезпечує високу ступінь ефективності боротьби з бур'янами.

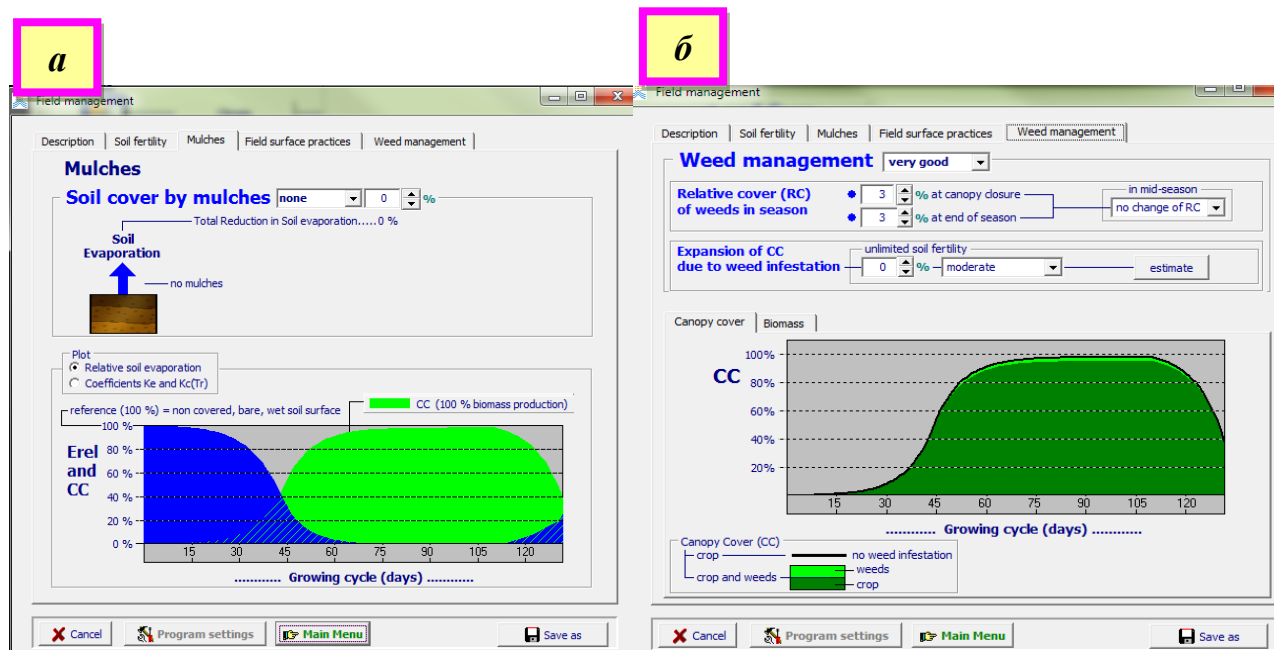


Рис. 9.6 Копія екрану вибору параметрів програми AquaCrop з опціями управління родючістю ґрунту (*a*) та рівнями забур'яненості (*б*) посівів

Необхідні водно-фізичні характеристики темно-каштанових ґрунтів були прийняті з польових вимірювань (дані найменшої польової вологоємності, точки в'янення) та зіставлені з характеристиками класів текстури ґрунтових

ресурсів бази даних AquaCrop у відповідності до властивостей місцевих середньо-суглинкових ґрунтів на трьох ґрунтових рівнях.

Ґрунтові води на досліджуваному зрошуваному масиві залягають на глибині понад 18 м, тому вони не впливають на водний режим активного (розрахункового) шару ґрунту. При цьому вміст солей у ґрунтових водах згідно даних довідкової літератури [477] знаходився на низькому рівні.

На початку моделювання показники вмісту води й солі в ґрунті були отримані шляхом вимірювання в ґрунтовому профілі. Вибірка проводилася у день сівби, а початок періоду моделювання був зафіксований у день сівби.

Показник найменшої вологості (FC) визначали на рівні 22,3% для темно-каштанового ґрунту, вологість в'янення (WP) – 9,75%, показник TAW приймали на рівні 80%, оскільки у весняний період ґрунт насичений вологою, причому цей показник наближений до рівня FC (рис. 9.7), електропровідність прийняли на рівні статистичних величин ФАО для середньосуглинкового ґрунту – 1,5 dS/m [514].

Строк початку моделювання для таких культур сівозміни, як кукурудза, ячмінь, соя, прийнятий за дати їх сівби на дослідних ділянках – це відповідно 3 травня, 10 березня, 10 травня 2015 року. Після адаптації вищевказаних показників для планування конкретної стратегії зрошення, нами був обраний режим «автоматичної генерації графіків зрошення», спосіб поливу – дощування за критеріями часу й глибини. В подальшому було здійснено імітаційне моделювання існуючого графіку штучного зволоження з різними характеристиками та варіантами показників допустимого зниження вологозапасів ґрунту від показника RAW – порогового передполивного рівня вологості ґрунту.

Тобто цей показник відображає кількість вологи, яку рослина може легко спожити з ґрунту, знаходиться за опцією «повернення до рівня найменшої польової вологості поля». Перевагою цього режиму зрошення є нормування графіків поливу, які чітко враховують динаміку вмісту ґрунтової вологи в діапазоні від найменшої польової вологості (FC) до

передполивного порогу (RAW). При цьому втрати води через глибоке промочування обмежені, а стрес від дефіциту вологозабезпечення й втрати врожайності – повністю виключаються.

Після формування груп діаграм «Клімат-Культура-Ґрунтова волога» з кількісними характеристиками врожайності біомаси та зерна, нами були проаналізовані оптимальні співвідношення між введеними параметрами режиму зрошення та моделюванням найвищого рівня врожайності з використанням поливної водою для кожної культури сівозміни.

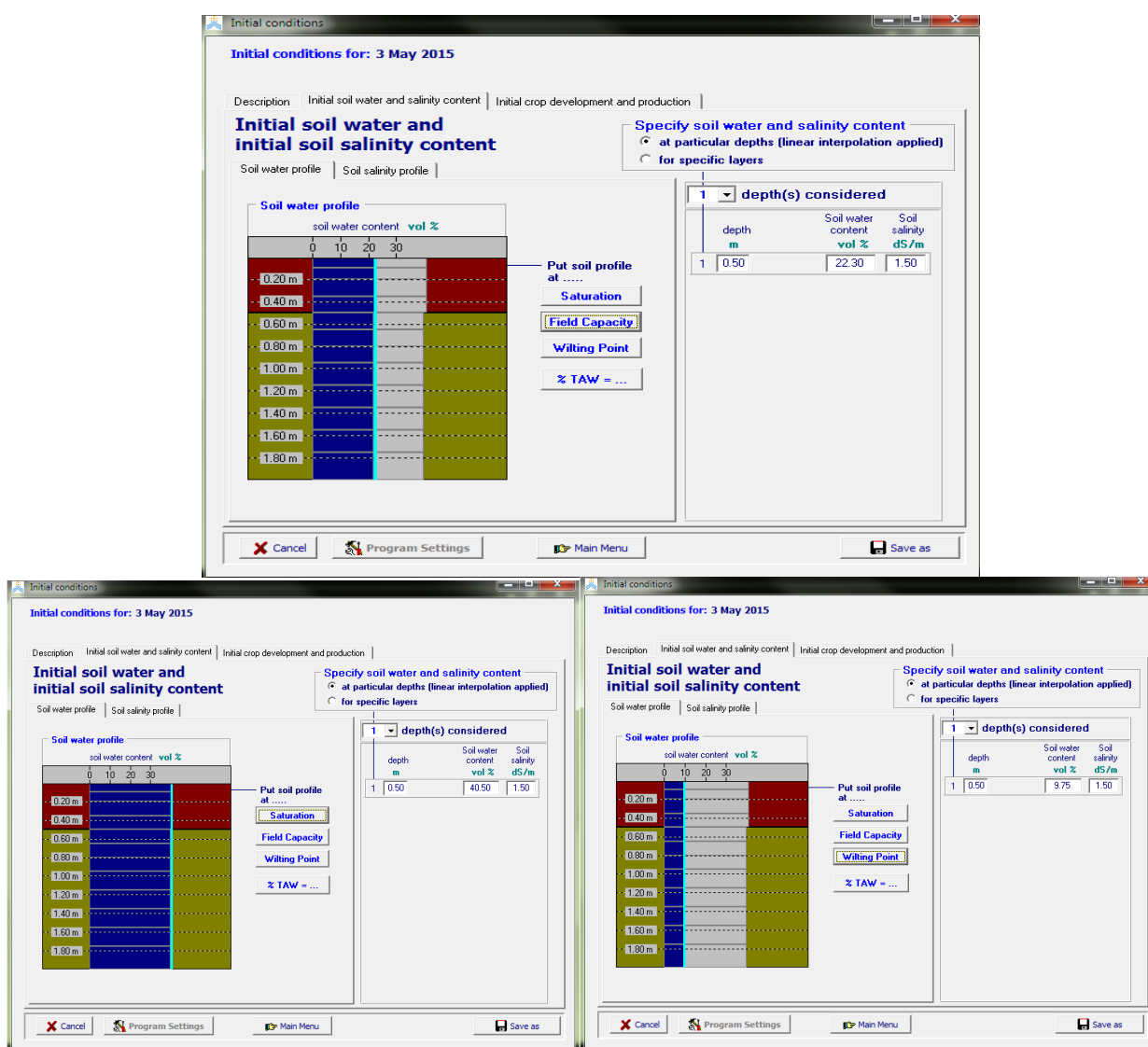


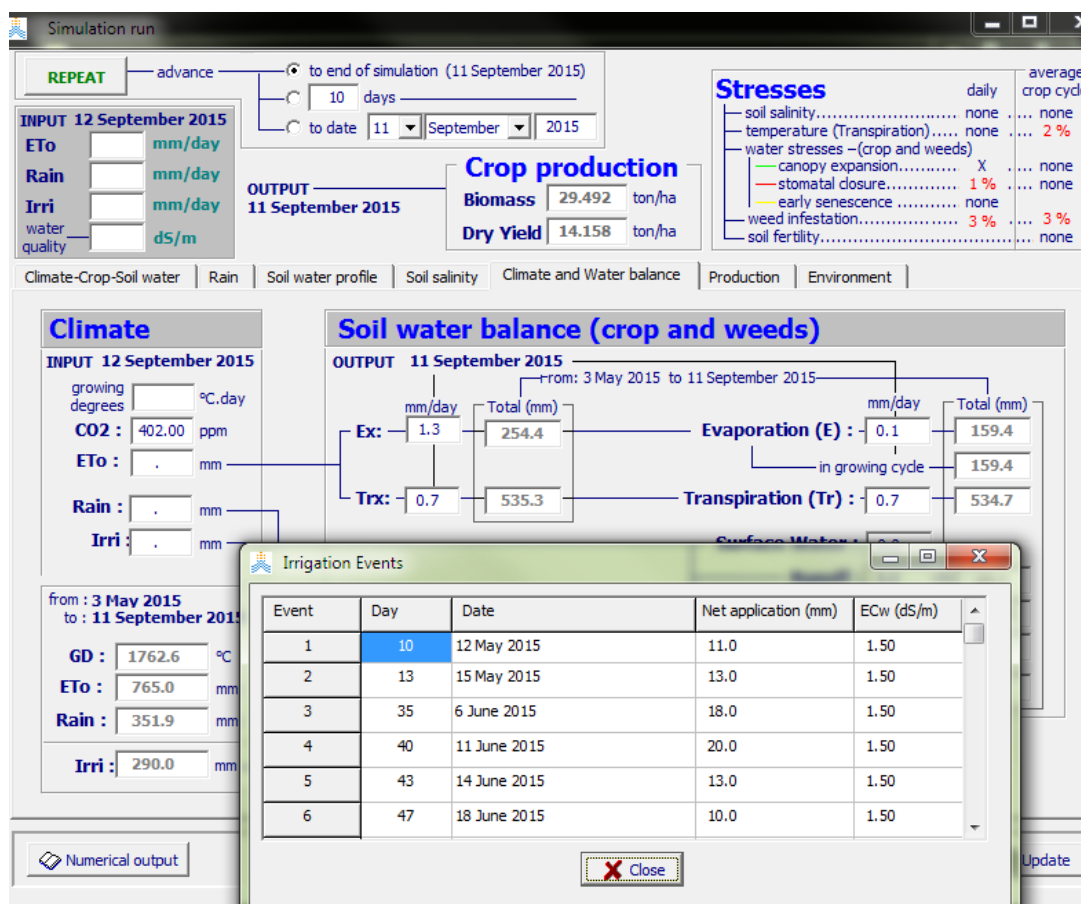
Рис. 9.7 Вихідні умови на початку моделювання продуктивності короткоротаційної сівозміни в програмі AquaCrop

Відомо, що на сучасному рівні розвитку зрошувального землеробства використовуються три основних типи режимів зрошення – біологічно оптимальний, водозберігаючий, ґрунтозахисний [65, 277, 322, 516]. Програма AquaCrop надає можливість формувати графіки зрошення з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних та господарсько-економічних чинників залежно від обраної у господарстві стратегії ведення зрошення. Нами для підвищення продуктивності короткоротаційної сівозміни на зрошенні та ощадливого використання поливної води була обрана стратегія формування як біологічно оптимального, так і водозберігаючого режимів зрошення, щоб показати можливості програми.

Слід підкреслити, що для кукурудзи з прогнозованим вегетаційним періодом 132 дні найоптимальнішим виявився сценарій з програмованим рівнем урожайності зерна на рівні 14,16 т/га (біомаси – 29,49 т/га), для формування якого за біологічно оптимальним режимом зрошення необхідно передбачити використання 290 мм поливної води (еквівалентно 2900 м<sup>3</sup>/га) (рис. 9.8).

Моделювання в режимі так званого «дефіцитного» зрошення (тобто водоощадного режиму зрошення) дозволило одержати водозберігаючий графік вегетаційних поливів з величиною зрошувальної норми за вегетаційний період кукурудзи – 264,6 мм (2646 м<sup>3</sup>/га). При цьому запланований рівень урожайності зерна культури склав 13,67 т/га з величиною біомаси – 28,33 т/га.

Таким чином, проведене моделювання дозволило встановити різницю між біологічно оптимальним та водоощадним режимом зрошення (додаток Л.7). При застосуванні першого поливного режиму одержано максимальний рівень урожайності, який на 0,49 т/га або на 3,6% перевищував другу модель штучного зволоження. Проте водоощадна схема забезпечує зниження зрошувальної норми на 254 м<sup>3</sup>/га або на 9,6%.



**Рис. 9.8 Змодельовані показники біологічно оптимального режиму зрошення кукурудзи на зерно з орієнтовними датами і нормами вегетаційних поливів**

Співвідношення між реально отриманою біомасою сої на дослідних ділянках і змодельованими з обліком стресів за період розвитку культури за біологічно оптимального режиму зрошення становило 96%, а за водозберігаючого – 92%. За подібною технологією були сформовані імітаційні моделі врожайності, графіків поливу та внесення мінеральних добрив для ячменю за вегетаційний період з 10 березня по 1 липня 2015 року, що збігається з розрахунковим періодом моделювання.

При моделюванні водозберігаючого режиму зрошення ячменю озимого (рис. 9.9) доведено, що для компенсації дефіциту вологозабезпечення у період вегетації необхідно використати розрахункову зрошувальну норму 164 мм

(1640 м<sup>3</sup>/га). За таких природних і технологічних умов програмована врожайність склала 4,19 т/га (біомаси – 11,19 т/га).

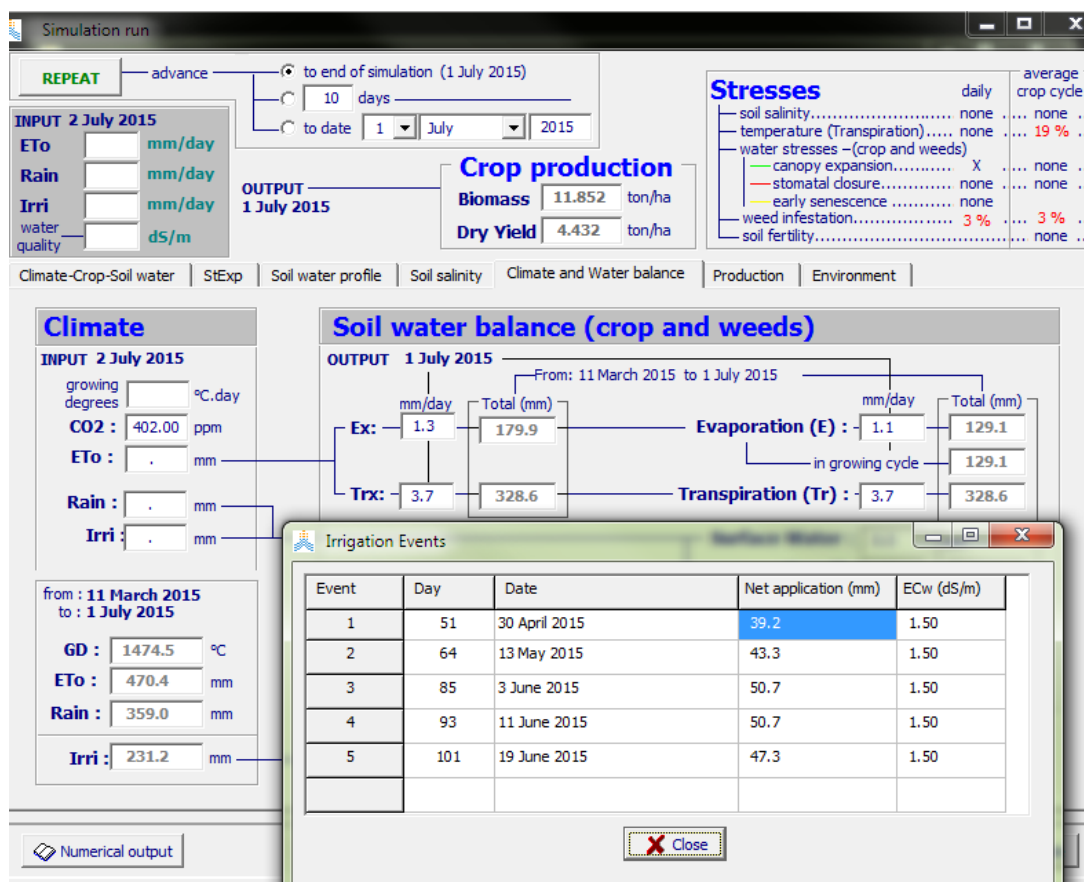


Рис. 9.9 Біологічно оптимальний графік зрошення ячменю озимого за вирощування в короткоротаційній сівозміні на зрошенні

Продовжуючи моделювання врожайності, нами було сформовано біологічно оптимальний режим зрошення за умов 80% від допустимого зниження показників RAW зі зрошувальною нормою 2310 м<sup>3</sup>/га та з максимальною врожайністю зерна на рівні 4,43 т/га (біомаси 11,85 т/га). Співвідношення між реально отриманою та потенційною біомасою ячменю озимого з обліком стресів за період розвитку культури при водозберігаючому режимі зрошення склало 96%, індекс врожайності зменшився до 37%.

Дуже зручним інструментом програми AquaCrop є те, що на кожному кроці моделювання є можливість контролю водного та сольового балансів, вмісту поживних речовин, врахування впливу всіх видів стресів на певному



проміжку розвитку культури в окремі фази росту й розвитку, в процесі якого можна зменшити або повністю подолати різні стреси шляхом застосування зрошення з розрахунковими нормами, зміни строків сівби, коригування густоти стояння рослин, диференціації доз мінеральних добрив тощо (рис. 9.10).

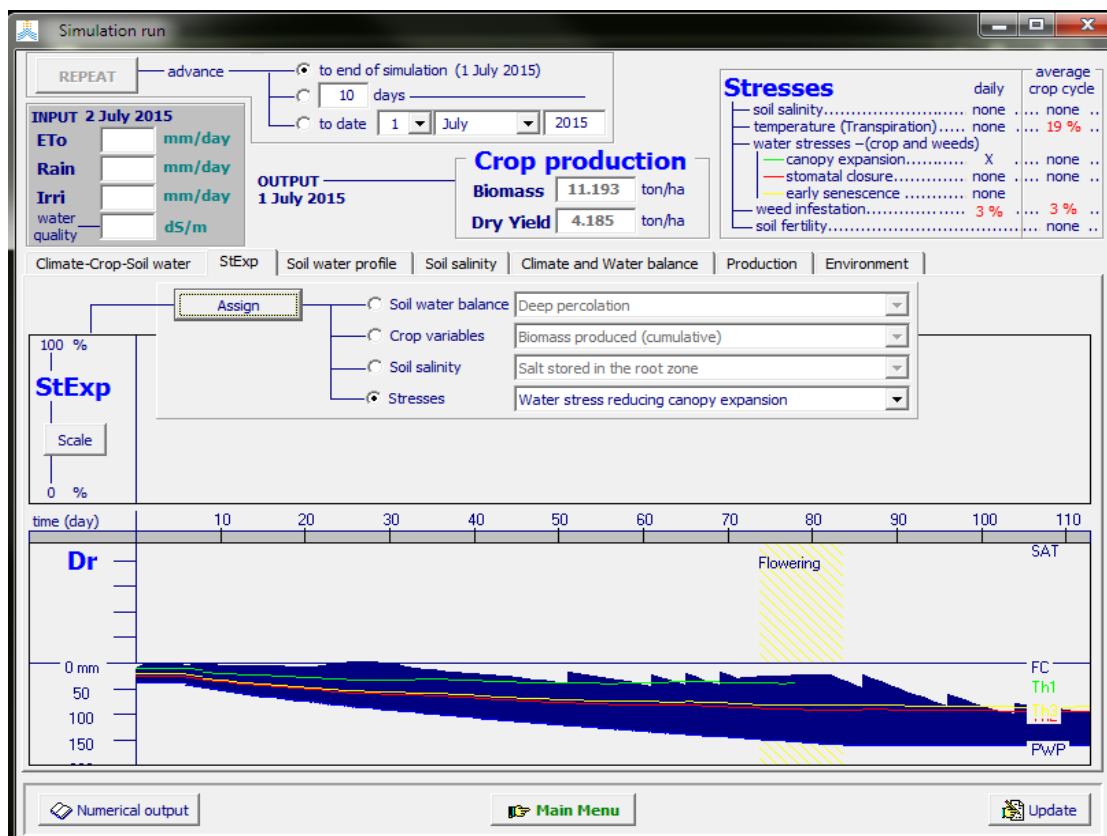


Рис. 9.10 Режим контролю та коригування балансів та стресів в інструментарії програми AquaCrop

При моделюванні режиму зрошення сої також було розроблено два технологічних сценарії режимів – водоощадний з поливною нормою 3590 м<sup>3</sup>/га, програмованим рівнем урожайності насіння культури 4,7 т/га (біомаси – 11,7 т/га), а також – біологічно оптимальний з величиною зрошувальної норми 3830 м<sup>3</sup>/га, врожайністю 4,9 т/га та біомаси – 12,2 т/га.

Співвідношення між реально отриманою та потенційною біомасою сої з урахуванням впливу стресів за вегетаційний період культури за біологічно оптимального режиму зрошення склало 96% при індексі врожайності 39,3% (рис. 9.11).

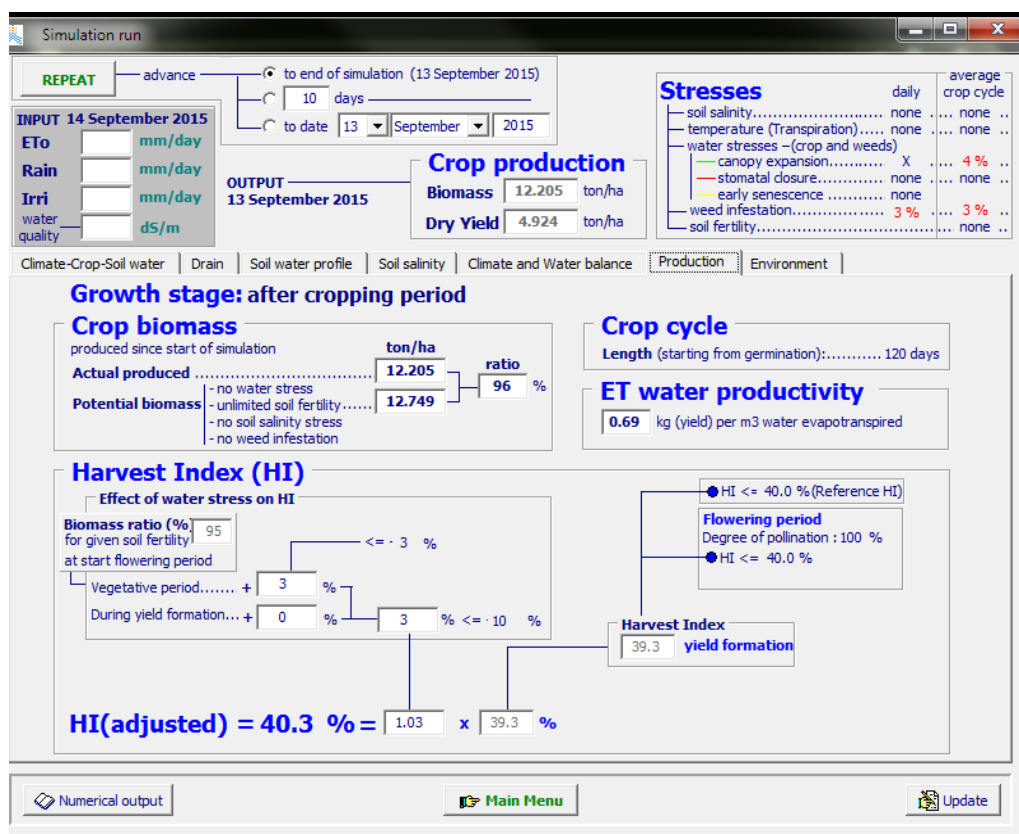


Рис. 9.11 Характеристика продуктивності отриманої біомаси, індексу врожайності сої при моделюванні продуктивності культури

Після проведення імітаційного моделювання існує можливість оцінити одержані результати за допомогою розрахункових даних «зеленого покриву» культури (CC), показників надземної біомаси (B) та вмісту вологи в прикореневому шарі ґрунті (SWC). Всі ці дані зберігаються у вигляді баз даних в окремих файлах програми AquaCrop (додаток Л.8).

Після запуску процесу моделювання програмний комплекс AquaCrop порівнює показники моделювання з польовими даними і надає в графічному форматі результати у вигляді наступних статистичних даних:

- коефіцієнт кореляції Пірсона (r);
- середня квадратична похибка (RMSE);
- звичайна кореляційна середня квадратична похибка (CV (RMSE));
- коефіцієнт корисної дії моделі (NF);
- індекс діапазону Вільмота (d).

Математичний аналіз програми дозволяє отримати динамічні відображення результатів оцінки змодельованих (лінії) та спостережуваних (крапки) даних, а також порівняти їх зі стандартними відхиленнями (вертикальні лінії) у меню «Оцінка результатів моделювання» для посівів кукурудзи (додаток Л.9), ячменю озимого (додаток Л.10) та сої (додаток Л.11). Якщо проаналізувати одержані з використанням експериментальних даних діаграми та розрахункових показників, то можна побачити, що моделювання здійснено з високою математичною точністю [91]. Тобто згідно показників статистичного аналізу вважається, що ознака з трьома крапками: ●●● – свідчить про високу достовірність моделі; ●● – добрий результат моделювання; ● – задовільний результат оцінювання змодельованих показників усіх культур короткоротаційної зрошуваної сівозміни.

### **Висновки до розділу 9**

1. Застосування спеціальних комп'ютерних програм дозволяє здійснювати планування й оптимізацію як окремих агротехнологічних операцій, так і всього цілісного комплексу системи землеробства на зрошуваних землях конкретного господарства з його неповторними природно-кліматичними та господарсько-економічними умовами. Існує можливість планування режимів зрошення з урахуванням параметрів графіків поливу, методів штучного зволоження, критеріїв часу, глибини промочування ґрунту тощо. Проведення імітаційного моделювання графіків поливів з різними характеристиками й варіантами дозволяє оптимізувати водний, повітряний і поживний режими ґрунту, попередити втрати поливної води через глибоке промочування та попередити зниження продуктивності сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни внаслідок дефіциту вологозабезпечення.

2. Встановлено, що в розробленій короткоротаційній сівозміні розрахунковий рівень урожайності зерна сої становить близько 4,2 т/га з витратами води на зрошення на рівні 5510 м<sup>3</sup>/га, причому формування графіку поливів за водоощадною схемою дозволяє знизити водовитрати на 17%. Для

кукурудзи потенційна врожайність зерна складає – 13,2 т/га з економією поливної води на 13%, а по ячменю ярому ці показники дорівнюють відповідно 2,9 т/га та 10%.

3. За результатами наших досліджень адаптовано для умов Південного Степу України функціональні можливості програмно-інформаційного комплексу AquaCrop. Використання цієї програми дозволяє проводити моделювання природних та агротехнологічних чинників, зокрема режиму зрошення на рівні короткоротаційної сівозміни, швидко та достовірно оцінювати й вибрати найекономніші варіанти графіків поливу для кожної культури із зниженням витрат поливної води на 10-17%, програмувати врожайність на основі врахування параметрів ґрунту, набору агротехнологічних операцій, характеристик сортів і гібридів, змін погодних умов тощо.

## ВИСНОВКИ

Проведені дослідження з наукового обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України, дозволили вирішити важливі теоретичні та науково-практичні завдання підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, економічної та енергетичної ефективності їх вирощування і зробити наступні висновки:

1. Дослідженнями за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) встановлено, що щільність складення ґрунту залежно від основного обробітку під культурами сівозміни змінювалася неістотно. На початку вегетації цей показник у верхньому шарі ґрунту 0-10 см був мінімальним – у межах 1,18-1,19 г/см<sup>3</sup> за використання полицевої та безполицевої різноглибинних систем основного обробітку ґрунту. Визначено підвищення щільності складення до 1,30-1,31 г/см<sup>3</sup> у шарі ґрунту 20-40 см на ділянках з безполицевим одноглибинним мілким обробітком. За ротацію сівозміни-2 (2011-2015 рр.) у період сходів культур сівозміни у варіантах безполицевого основного обробітку щільність складення шару ґрунту 0-40 см становила 1,34-1,36 г/см<sup>3</sup>, а у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованих систем – 1,33-1,34 г/см<sup>3</sup>. Такий рівень щільності складення забезпечував сприятливі умови для росту й розвитку ячменю озимого, проте був на 4,6-7,1% вищим від біологічно обґрунтованого для кукурудзи та сої. Максимальними показники щільності складення у шарі ґрунту 30-40 см, у середньому по сівозміні, визначені у варіанті тривалого застосування мілкового обробітку на глибину 12-14 см в системі одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту і склали 1,40-1,42 г/см<sup>3</sup>. Найбільшими показники пористості – 48,8 та 48,9%, визначені за оранки на глибину від 20-22 до 30-32 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4). За безполицевих способів обробітку, особливо за тривалого застосування мілкового розпушування в сівозміні (варіант 3), відбулося зниження водопроникності як на початку вегетації сільськогосподарських культур, так і перед збиранням урожаю.

2. Визначено, що у середньовологі та середні роки, наприклад 2008 і 2010, кількість поливів зменшується до 1-3, а зрошувальна норма складає 400-1200 м<sup>3</sup>/га; у середньосухі та сухі роки кількість поливів збільшується до 7-8. Сумарне водоспоживання, у середньому по сівозміні-2, коливалося у межах 2890-3070 м<sup>3</sup>/га, з несуттєвою різницею 1,0-3,7% за варіантами досліджуваних систем обробітку ґрунту. Найбільш ефективно використання вологи на формування одиниці врожаю з мінімальними значеннями коефіцієнту водоспоживання, як зернових, так і просапних культур, спостерігали у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4). Максимальним коефіцієнт продуктивності зрошення при порівнянні сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни сформувався за вирощування кукурудзи на зерно – 3,13, а найменшим – на рівні 0,55 він був у ріпаку ярого. Порівняння різних систем основного обробітку свідчить, про те, що цей показник найвищого рівня (1,50-1,59) досягав за використання різноглибинного полицевого (варіант 1) та першого диференційованого (варіант 4) обробітку ґрунту.

3. Дослідженнями динаміки чисельності ґрунтової мікрофлори встановлено, що кількість амоніфікуючих мікроорганізмів під посівами ячменю озимого, кукурудзи на зерно та сої в шарі ґрунту 0-40 см на початку вегетації найбільшою була за полицевого обробітку ґрунту – на рівні 20-30 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту. Залежно від способу основного обробітку ґрунту аналогічно змінюється і кількість олігонітрофільних мікроорганізмів. У варіантах диференційованої системи обробітку ґрунту кількість амоніфікаторів за варіантами досліду в шарі ґрунту 0–40 см у період збирання врожаю зменшилася, порівняно з контролем, на 2,4–10,6 %, а олігонітрофілів – відповідно на 5,7 – 8,2%. Максимальна кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0–40 см на початку вегетації сої виявилася на фоні дискового обробітку на глибину розпушення 12–14 см у системі диференційованого основного обробітку ґрунту (варіант 4), що становило 8,8 тис. шт., тоді як за інших систем обробітку ґрунту – 8,0–8,7 тис. шт./г

абсолютно сухого ґрунту. Підвищення дози добрив з  $N_{75}P_{60}$  до  $N_{97,5}P_{60}$  сприяло збільшенню кількості мікроорганізмів на 4,4%.

4. На початку вегетації кукурудзи, найвищий вміст нітратів у шарі ґрунту 0-40 см – 127,3 мг/кг забезпечило внесення добрив у дозі  $N_{120}P_{60}$  за оранки на 28-30 см в системі різноглибинного полицевого обробітку, а на фоні дози  $N_{180}P_{60}$  спостерігали максимальне їх збільшення у варіантах диференційованих систем основного обробітку з однією оранкою та щільованням за ротацію сівозміни, де нітратів містилося 140,1 та 141,3 мг/кг ґрунту, що на 3,0 та 3,9% більше, ніж у ґрунті контрольного варіанту. Найсприятливіші умови накопичення нітратів на початку вегетації сої формувалися за дози добрив  $N_{60}P_{60}$  на фоні глибокого полицевого і безполицевого обробітку ґрунту та застосування інокулянта АБМ, за яких досліджуваний показник зріс на 12,8-16,5%. У ґрунті дослідних ділянок з ячменем озимим найменша кількість нітратів визначена за безполицевого мілкого та диференційованих систем основного обробітку ґрунту (варіанти 3, 4, 5). Встановлено закономірність підвищення вмісту нітратів зі збільшенням дози внесення азотного добрива. У середньому по сівозміні нітрифікаційна здатність визначена найвищою за різноглибинного полицевого обробітку (варіант 1). Наприкінці вегетаційного періоду культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні цей показник зменшився на 15,6%, у системах диференційованого основного обробітку на 17,5-19,3, а одноглибинного мілкого обробітку – на 21,1%, відповідно.

5. Супутніми дослідженнями в короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях встановлено високу ефективність застосування інтегрованого захисту сільськогосподарських культур від шкідників, збудників хвороб та бур'янів. Максимальною забур'яненість у середньому за 2007-2010 рр. визначена у варіанті дискового обробітку на 12-14 см у системі безполицевого мілкого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3), перевищуючи контроль (оранка на 20-22 см) на 33,4 шт./м<sup>2</sup> або на 109,8%. Шляхом моделювання рівнів забур'яненості обґрунтовано, що на полях з кукурудзою та соєю за глибини основного обробітку ґрунту менше 15 см цей показник зростав до 65-95 шт./м<sup>2</sup>. Передпосівне протруювання насіння кукурудзи дозволило

підвищити врожайність зерна цієї культури на 0,96-1,05 т/га. Хімічне прополювання посівів кукурудзи зменшило забур'яненість на 98,4%. Найвищу господарську і економічну ефективність при вирощуванні пшениці озимої та сої забезпечило застосування комплексного захисту шляхом оброблення насіння протруйниками та використання пестицидів у другу половину вегетації проти шкідників і збудників хвороб.

6. У середньому за 2007-2010 рр. встановлено, що врожайність культур короткоротаційної сівозміни-1 на зрошенні різною мірою змінювалася під впливом систем основного обробітку ґрунту. Максимальну врожайність зерна на рівні 6,7 т/га сформувала кукурудза на зерно за диференційованої-2 системи основного обробітку ґрунту, а мінімальну – 1,2 т/га ріпак ярий у варіанті безполицевого одноглибинного мілкого обробітку. У наступній ротації сівозміни-2 досліджувані культури найвищу врожайність формували за використання полицевої різноглибинної (варіант 1) та диференційованої-1 (варіант 4) систем основного обробітку ґрунту. За безполицевого мілкого обробітку продуктивність рослин знижувалася: у ячменю озимого на 10,5%; сої на 28,1; 29,0; кукурудзи на зерно на 19,5%. Збільшення дози внесення мінеральних добрив з  $N_{75}P_{60}$  до  $N_{97,5}P_{60}$  забезпечило істотне підвищення врожайності всіх культур сівозміни на 10,7-21,2%. Дисперсійним аналізом підтверджено різницю часток впливу досліджуваних способів основного обробітку ґрунту та удобрення на врожайність культур досліджуваної сівозміни. Так, на продуктивність рослин ячменю озимого та кукурудзи максимально впливали азотні добрива, які відповідно на 74,9 та 54,9% забезпечили формування врожайності цих культур.

7. Багаторічними дослідженнями динаміки вмісту гумусу в ґрунті у сівозмінах на зрошенні встановлено, що застосування різних систем основного обробітку ґрунту забезпечує поступовий його приріст, проте за останні ротації (2007-2016 рр.) визначено зменшення вмісту гумусу до рівня показників 1976 р. – 110,2-114,4 т/га. Такий стан обумовлений виключенням з добору культур сівозмін люцерни та злаково-бобових сумішок, припиненням внесення органічних добрив (гною), зменшенням доз внесення мінеральних добрив,



збільшенням насичення сівозмін соєю до 50%. Для призупинення тенденції зменшення вмісту гумусу нами розроблено оптимізаційну модель, якою передбачено скорочення питомої ваги сої у короткоротаційній сівозміні до 25%, зароблення листостеблової маси всіх культур та застосування мінеральних добрив на запланований рівень урожаю. Моделювання показників надходження гумусу в ґрунт з перерахунком використання післяжнивних решток досліджуваних культур сівозміни свідчить, що у неудобреному ґрунті формується від'ємний баланс гумусу за всіх систем обробітку, з меншими його втратами (- 0,16 т/га) за диференційованого-1 обробітку ґрунту зі щільванням та відповідно з більшими (- 0,33 т/га) – за безполицевого одноглибинного мілкового обробітку ґрунту. На удобрених фонах з внесенням  $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$  визначили приріст гумусу. У ґрунті варіантів різноглибинної полицевої і диференційованої-1 систем основного обробітку він склав +0,78 т/га, в той час як за різноглибинного безполицевого він становив +0,68 т/га, або зменшився на 12,8%. За системи одноглибинного мілкового безполицевого обробітку та диференційованого-2 приріст гумусу також був позитивним, проте порівняно з контролем (різноглибинною оранкою) він був меншим відповідно на 51,3 та 38,5% та становив +0,38 і +0,48 т/га.

8. Економічним аналізом за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) доведено, що виробничі витрати за вирощування ріпаку ярого були мінімальними 7,6-7,8 тис. грн/га. За вирощування сої вони зросли на 21,0-27,3%, кукурудзи на зерно – на 32,9-39,0%. Застосування першого диференційованого основного обробітку ґрунту дозволило отримати найвищий умовно чистий прибуток – 6,8 тис. грн/га, при цьому рівень рентабельності склав 75,6%. За наступну ротацію сівозміни-2 впродовж 2011-2015 рр. визначено, що умовно чистий прибуток перевищив 10 тис. грн/га у варіантах з внесенням добрив дозою  $N_{97,5}P_{60}$  за використання різноглибинної полицевої та диференційованої - 1 систем обробітку ґрунту.

9. Застосування систем різноглибинного та одноглибинного основного безполицевого обробітку ґрунту призводило до зниження витрат енергії відповідно на 37,2 і 68,1%. Вирощування досліджуваних культур у

короткоротаційній сівозміні також впливало на витрати енергії на обробіток ґрунту. Найвищими енерговитрати визначені за вирощування кукурудзи на зерно (1,31 ГДж/га) та сої (1,13 ГДж/га). Мінімальним рівень даного показника – 0,89 ГДж/га був у ріпаку ярого. Продуктивність плодозмінної сівозміни на зрошенні за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{75}P_{60}$  за виходом валової енергії у варіанті диференційованої-1 системи обробітку ґрунту склала 105,4 ГДж/га, тобто була на рівні з системою різноглибинного полицевого обробітку. Порівнюючи визначені енергетичні коефіцієнти можна зробити висновок, що найменшою окупністю витрат на технологію вирощування за обох систем удобрення виявилась за мілкого одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту, де за внесення  $N_{75}P_{60}$  енергетичний коефіцієнт склав 2,4, а за підвищення фону азотного живлення (внесення  $N_{97,5}P_{60}$ ) він зріс до 2,7, за диференційованого-1 обробітку ґрунту (варіант 4) він набув максимального значення і склав 2,9 та 3,4 відповідно до варіантів удобрення ( $N_{75}P_{60}$  та  $N_{97,5}P_{60}$ ).

10. Шляхом використання програмного комплексу ФАО ООН AquaCrop змодельовано складові елементів продукційного процесу досліджуваних культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні, а також природних і агротехнологічних параметрів їх вирощування. Встановлено, що для кукурудзи на зерно з прогнозованим вегетаційним періодом 132 дні, найвигідніше застосувати сценарій з програмованим рівнем урожайності зерна 14,2 т/га (біомаси – 29,5 т/га), для формування якого за біологічно оптимального режиму зрошувальна норма склала 2900 м<sup>3</sup>/га. При програмуванні рівнів продуктивності сої також було змодельовано два сценарії технології вирощування відповідно до режимів зрошення – водозберігаючий зі зрошувальною нормою 3590 м<sup>3</sup>/га, програмованим рівнем урожайності зерна 4,7 т/га та біомаси – 11,7 т/га, біологічно оптимальний з величиною зрошувальної норми 3830 м<sup>3</sup>/га, врожайністю 4,9 т/га та біомаси – 12,2 т/га.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами багаторічних досліджень, економічної та енергетичної оцінок обґрунтування експериментальних даних сільськогосподарським підприємствам зони зрошення Південного Степу України для збереження основних показників родючості темно-каштанового ґрунту, отримання сталої продуктивності польових культур на засадах ресурсозбереження рекомендуємо:

– запроваджувати польові короткоротаційні сівозміни з питомою вагою озимих зернових культур 25%, кукурудзи на зерно 25-50 та сої 25%. Проводити диференційовану систему основного обробітку з оранкою на 20-22 см під кукурудзу на зерно і дисковим обробітком під сою на 12-14 см зі щільуванням до 40 см та мілким безполицевим розпушуванням ґрунту під озимі зернові культури;

– застосовувати органо-мінеральну систему удобрення з внесенням на 1 га сівозмінної площі  $N_{97,5}P_{60}$  та побічної продукції сільськогосподарських культур сівозміни для збереження родючості тривало зрошуваного темно-каштанового ґрунту та рівноважного гумусного стану;

– моделювати режими зрошення з використанням інформаційних технологій, що дозволяє проводити програмування рівнів урожайності культур сівозміни за різних агротехнологічних заходів, обирати найбільш оптимальні варіанти штучного зволоження із зменшенням витрат поливної води на 10-17%;

– використовувати у короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях інтегрований захист рослин, який сприяє зниженню чисельності шкідливих організмів в 1,6-2,5 рази.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абезин В. Г. Ресурсосберегающая почвозащитная технология механизированного возделывания и уборки бахчевых культур: учебное пособие. Элиста: Колм. гос. ун-т; 1993. 120 с.
2. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / за ред. М. В. Присяжнюка, М. В. Зубця, П. Т. Саблука, В. Я. Месель-Веселяка, М. М. Федорова. Київ: ННЦ ІАЕ, 2011. 1008 с.
3. Аграрный ресурсный потенциал УССР. Київ: Наук. думка. 1988. 312 с.
4. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія / за ред. В. П. Патики. Київ: Основа, 2005. 300 с.
5. Агроклиматический справочник по Херсонской области. Ленинград, Гидрометеиздат, 1959. 76 с.
6. Акбаров О. Р. К проблеме развития адаптивно-ландшафтной системы орошаемого земледелия и повышения его продуктивности. *Новое в водном хозяйстве*. 2006. Вып. 4. С. 30–35.
7. Алехин В. Т. Пути стабилизации фитосанитарной обстановки. *Защита и карантин растений*. 2004. № 1. С. 9–12.
8. Алимов О. М., Даниленко А. І., Трегобчук В. М. та ін. Економічний розвиток України: інституціональне та ресурсне забезпечення: монографія. Київ: Об'єднаний інститут економіки НАН України, 2005. 540 с.
9. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств. Київ: КНЕУ, 2002. 624 с.
10. Антипова Т. Н. Управление плодородием почв как основа реализации концепции устойчивого земледелия. Материалы V Всерос. съезда об-ва почвоведов им. В.В. Докучаева (г. Ростов-на-Дону, 18-23 августа 2008 г.). Ростов-на-Дону: Ростиздат, 2008. С. 153.
11. Антипов-Каратаев И. Н., Филиппова В. Н. Влияние длительного орошения на процессы почвообразования и плодородие почв степной полосы Европейской части СССР (черноземы и каштановые почвы). Москва: Изд-во

АН СССР. 1955. 205 с.

12. Арешніков Б. А., Гончаренко М. П., Костюковський М. Г. та ін. Захист зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях / за ред. Б. А. Арешнікова. Київ: 1992. 224 с.

13. Архив погоды в Херсоне за период с 1 января 2005 года по 31 декабря 2016 года. URL: [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Херсон](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Херсон) (дата звернення: 16.05.2017).

14. Атлас почв Украинской ССР. Київ: Урожай, 1979. 160 с.

15. Бабаджанов Д. Д., Сатгоров Х. Х., Каримов Р. А., Хасанов М. М. Необходимость развития органического сельского хозяйства. *Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики*. Серия гуманитарных наук. 2009. № 2. С. 48–52.

16. Бабенко І. О., Бабенко І. О., Таран В. Г., Фалілеєв В. Б. Продуктивність сівозмін в зоні Степу України. *Степове землеробство*. 1982. Вип. 16. С. 3-6.

17. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 133 с.

18. Бабич С. М., Колісниченко С. Ф. Проблеми та перспективи сільсько-господарської авіації. *Захист і карантин рослин*. 2004. Вип. 50. 267–275.

19. Баздырев Г. И. Влияние ресурсосберегающих обработок почвы на засоренность посевов в почвозащитных севооборотах на склонах. *Севооборот в современном земледелии*. Москва, 2004. С. 180–185.

20. Балюк С. А., Верніченко Г. А. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 6. С. 5–11.

21. Балюк С. А. Внесення мінеральних добрив і меліорантів з водою при дощуванні. Довідник працівника агрохімслужби / за ред. Б. С. Носкова. Київ: Урожай, 1991. С. 100–104.

22. Балюк С. А., Христенко А. О., Воротинцева Л. І. Загальний стан і тенденції зміни родючості і продуктивності ґрунтів у сучасних системах землеробства. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології –

основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів / за ред. Камінського В. Ф. Київ, 2013. С. 25–39.

23. Балюк С. А. Концепція адаптивного управління родючістю зрошувальних земель. *Генеза, географія та екологія ґрунтів*: зб. наук. праць. Львів, 2003. С. 17–21.

24. Балюк С. А., Ромащенко М. І. Наукові засади сталого розвитку зрошення земель в Україні. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Спеціальний випуск до VII з'їзду. Харків, 2006. С. 10–17.

25. Балюк С. А., Ромащенко М. І. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду. *Вісник ХДАУ*. 2000. №1. С. 27–35.

26. Беленков А. И. Система сухого земледелия Волгоградской области: реальность и перспектива. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2008. № 7. С. 84–93. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-suhogo-zemledeliya-volgogradskoy-oblasti-realnost-i-perspektiva> (дата звернення: 21.02.2018).

27. Белкин А. А., Беседин Н. В. Влияние обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства почвы и урожайность зерновых культур. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2010. № 3. С. 54–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-obrabotki-pochvy-na-agrofizicheskie-agrohimicheskie-svoystva-pochvy-i-urozhaynost-zernovyh-kultur> (дата звернення: 28.05.2018).

28. Біологічне рослинництво: навч. посібник / за ред. О. І. Зінченка. Київ: Вища школа, 1996. С. 125–129.

29. Благодатний В. І., Миронов В. В. Про ресурсозбереження на зрошуваних землях Криму. *Економіка АПК*. 2000. № 2. С. 2–6.

30. Божко Е. П., Баршадская С. И., Вышегородцева Л. Н. Системы обработки почвы и удобрений в зернопропашном севообороте. *Главный агроном*. 2007. №4. С. 6.

31. Боинчан Б. П. Альтернативные системы земледелия. *Плодородие*. 2013. № 5. С. 2–6.

32. Бойко М. Ф. Екологія Херсонщини. Херсон: Айлант, 2001. С. 35–51.
33. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Історичні і сучасні досягнення у вивченні і впровадженні систем землеробства і сівозмін. *Агроном*. 2005. № 3. С. 78–81.
34. Бойко П., Коваленко Н. Як врегулювати сівозміни. *Agroexpert*. 2011. № 8. С. 30–32.
35. Бойко П. І. Вплив насичення сівозмін зерновими культурами на їх продуктивність та фітосанітарний стан. *Зб. наук. пр. Інституту землеробства НААН*. Київ, 2004. Вип. 2/3. С. 49–59.
36. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Опара М. М. Системи землеробства та сівозміни: історія, сучасний стан та перспективи розвитку. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2004. № 3. С. 21–26.
37. Бойко П. І. Сівозміни в сучасному землеробстві України. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 10. С. 15–18.
38. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища. Суми: Університетська книга, 2002. С. 27–34.
39. Бомба М. Проблеми та перспективи розвитку землеробства на початку третього тисячоліття. *Пропозиція*. 2002. № 10. С. 30–32.
40. Бородычев В. В., Гуренко В. М., Овчинников А. С. К вопросу создания эффективных агротехнологий выращивания перспективных сельскохозяйственных культур. *Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий*. Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. Вып. 6. С. 27–32.
41. Борщевський П. П. Підвищення ефективності використання, відтворення і охорони земельних ресурсів регіону. НАН України. Рада по вивч. продукт. сил України. Київ: Аграр. наука, 1998. 237 с.
42. Бубенко П. Т., Прядкін Т. М. Наука та інноваційний процес в Україні. *Проблеми науки*. 2003. №4. С. 8–12.
43. Булгаков Д. С. Агроэкологическая оценка пахотных земель. Москва: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2002. 252 с.
44. Булетова Н. Е. Статистика. Часть 1. Теория статистики: Учебно-

методическое пособие. Волгоград: Изд-во ВАГС, 2009. 76 с.

45. Булигін С. Ю., Думін Ю. В., Куценко М. В. Оцінка географічного середовища та оптимізація землекористування. Харків: Українська академія аграрних наук, 2002. 168 с.

46. Бураков В. И. Система земледелия и агроландшафт. *Земледелие*. 1990. № 4. С. 40–45.

47. Буряк Ж. А. Совершенствование подходов к оценке эрозионной опасности агроландшафтов с использованием ГИС-технологий. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2014. Вып. 10. С. 33–34.

48. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции растений. Москва: Наука, 1987. 512 с.

49. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Очерки о плодородии почв. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. 238 с.

50. Вард Р. Круговорот азота в природе. *Зерно*. 2012. № 11. С. 94–99.

51. Васильев С. В., Акопян А. В. Цикличность климатических факторов в оценке динамики урожайности зерновых культур на орошаемых землях. *Научный журнал КубГАУ*. 2011. №65(01). С. 21–23.

52. Васько В. В. Теоретические основы растениеводства: учебник. Санкт-Петербург: Профи-информ, 2011. 200 с.

53. Васюта В. В., Ківер Г. Ф., Мацко П. В., Мелашич А. В. Шляхи оптимізації умов вологозабезпечення сільськогосподарських культур. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 1998. Вип. 5. Ч. 2. С. 33–35.

54. Веремеєнко С. І., Трушева С. С. Біологічні системи землеробства: навч. посіб. Рівне, 2011. 196 с.

55. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: монографія / за ред. М. К. Шикучи. Київ: Оранта, 1998. 680 с.

56. Вильямс В. Р. Земледелие с основами почвоведения. Москва: Госсельхозиздат, 1951. Т. 6. 576 с.

57. Власова О. В. Отримання просторового розподілення даних для



планування зрошення. *Таврійський науковий вісник*. 2005. Вип. 41. С. 137–143.

58. ВНД 33-5.5-11-02 Інструкція з проведення ґрунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. Київ, 2002. 39 с.

59. Водне господарство в Україні / за ред. А. В. Яцика, В. М. Хорева. Київ: Генеза, 2000. 456 с.

60. Вожегова Р. А., Наукове обґрунтування інноваційних технологій вирощування пшениці озимої на зрошуваних і неполивних землях півдня України : монографія. Херсон: Айлант, 2017. 512 с.

61. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., Марковська О. Є. та ін. Науково-методичні рекомендації з підготовки ґрунту, посівного матеріалу та сівби озимих культур під урожай 2011 року в господарствах Херсонської області. Херсон: Айлант, 2010. 31 с.

62. Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Стан і перспективи розвитку водних меліорації у Південному Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2012. Вип. 57. С. 19–28.

63. Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Грановська Л. М., Сахно Г. В. Зрошення в Україні: реалії сьогодення та перспективи відродження. *Зрошуване землеробство*. 2013. № 60. С.3-12.

64. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Біляєва І. М., Марковська О. Є. Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки*. 2017. №8. С. 64–70.

65. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. А., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. та ін. Інструкція по оперативному розрахунку поливних режимів та прогноз поливів сільськогосподарських культур за дефіцитом вологозапасів: науково-методичні рекомендації. Херсон: ВЦ ІЗЗ, 2012. 54 с.

66. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Марковська О. Є. та ін. Наукові підходи до формування технологій вирощування зернових і технічних культур в умовах 2011 р.: науково-методичні рекомендації. Херсон: Айлант, 2011. 35 с.

67. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Марковська О. Є. та ін. Науково-

методичні рекомендації з формування систем основного обробітку ґрунту в сівоzmінах на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант. 2010. 24 с.

68. Вожегова Р. А. Науково-практичні основи ефективного ведення зрошувального землеробства. Вісник аграрної науки. 2012. № 3. С. 5–8.

69. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Марковська О. Є. та ін. Технології вирощування зернових і технічних культур на зрошуваних землях Півдня України. *Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях*: кол. моногр. Київ: Аграрна наука, 2016. С. 578–596.

70. Володін С. А. Концепція інноваційного провайдингу на наукоємному ринку АПК. Київ: ІПП, 2005. 70 с.

71. Володін С. А. Наукові основи інноваційного провайдингу на прикладі наукоємної сфери АПК. Київ: Дія, 2006. 96 с.

72. Володін С. А., Костев В. М. Творчість, креативність та інтуїція в інноваційних процесах. Київ, 2005. С. 45–51.

73. Волощук В. М. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2002. 117 с.

74. Воронова Л. М., Мязиров М. А., Зинченко С. И. Оптимизация планирования системы земледелия. *Агрехимический вестник*. 2009. № 4. С. 2–5.

75. Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В. Зміни родючості тривалозрошеного темно-каштанового ґрунту та ефективність добрив в умовах півдня України. *Современные достижения в науке и образовании*: Сб. трудов V Межд. науч. конф. (г. Нетания, Израиль, 27 сент. – 4 окт. 2011 г.). Нетания, 2011. Том 1. С. 143–145.

76. Гамаюнова В. В. Разработка и усовершенствование системы удобрений основных культур на орошаемых землях Юга Украины: дисс... д-ра с.-х. наук. Херсон, 1994. 368 с.

77. Гамаюнова В. В. Удобрення під урожай 2012 року. *The Ukrainian Farmer*. 2011, Жовтень. С. 40–42.

78. Геоінформаційні системи для управління зрошуваними землями: навч. посіб. [В. О. Ушкаренко, В. В. Морозов, В. В. Колесніков, В. І. Ляшевський, О. П. Тищенко]. Херсон: ЛТ-Офіс, 2010. 378 с.

79. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія: навч. посіб. Умань, 2008. 300 с.

80. Гордеев А. П., Романенко Г. А. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Москва: ВНИИ агрохимии, 2003. С. 32–39.

81. Гордійчук А. С., Стахів О. А. Економіка і організація діяльності водогосподарських підприємств. Рівне: РДТУ, 2000. 272 с.

82. Горлачук В. В., В'юн В. Г., Сохнич А. Я. Управління земельними ресурсами : навчальний посібник / за ред. В. Г. В'юна. Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2002. 316 с.

83. Городний Н. Г. Влияние длительного систематического внесения удобрений на накопление гумуса в почве и урожай сельскохозяйственных культур. Почвоведение. 1961. №2. С. 86–93.

84. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив: монографія. Київ: Нічлава, 2002. 342 с.

85. Греков С. Е., Цепляев А. Н., Абезин В. Г. Энергосберегающая технология поверхностной обработки почв. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2010. №3 (19). С. 171–177.

86. Гринченко А. М., Чесняк Г. Я., Мамонтов В. Т. Влияние сельскохозяйственного использования на изменение физико-химических свойств чернозема Западной Степи Украины. Харьковський с.-х. ін-та ім. В.В. Докучаєва, 1972. Т. 170. С. 39–44.

87. Грициенко В. Г. Способ оценки агроэкологической устойчивости мелиорируемых агроландшафтов. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2003. № 2. С. 24–26.

88. Ґрунтознавство / за ред. Д.Г. Тихоненка. Київ, 2005. С. 122–127.

89. Ґрунтознавство з основами геології: навч. посіб. [О. Ф. Ігнатенко, М. В. Капшик, Л. Р. Петренко, С. В. Вітвицький]. Київ: Оранта, 2005. 648 с.
90. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії : підручник / за ред. В. П. Гудзя. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
91. Гусаров В. М. Статистика. Москва: ЮНИТИ-ДЛКА, 2012. 463 с.
92. Деревянко Р. Г., Медведева Л. С. Баланс питательных веществ и современная продуктивность орошаемых земель Украинской ССР. *Плодородие мелиорируемых земель УССР и пути его повышения*. Киев: ЮО ВАСХНИЛ, 1986. С. 50–58.
93. Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року. *Економіка АПК*. 2007. № 11. С. 3-50.
94. Державний земельний Кадастр України станом на 1.01.2001 р. Київ: Держкомзем України, 2001. С. 21–23.
95. Джигирей В. С., Сторожук В. М., Яцюк Р. А. Основи екології та охорона навколишнього середовища. Львів: Афіша, 2001. С. 71–74.
96. Дибко А. Вплив способів обробітку ґрунту і систем удобрення на урожайність ярого ячменю у зерно-кормовій сівозміні на осушуваних мінеральних ґрунтах Західного Полісся України. Матер. Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф. Рівне, 2012. С. 40–43.
97. Димов О. М., Біляєва І. М. Інтелектуальна власність в інноваційному розвитку України. *Зрошуване землеробство*. 2014. Вип. 61. С. 151–155.
98. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. [Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В.]. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.
99. Діденко Н. О. Аналіз змін умов використання зрошення по районах Херсонської області та їх класифікація. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. Ч. 2. С. 82–84.
100. Діденко Н. О., Морозов О. В. Вплив зрошення на еколого-меліоративний стан сільськогосподарських земель пілотних територій у

Херсонській області. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 81. С. 136–145.

101. Діденко Н. О. Сучасні проблеми зрошуваного землеробства на Херсонщині. *Водні ресурси України та меліорація земель*: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 22 берез. 2013 р.). Київ, 2013. С. 106.

102. Дмитренко Л. В. Регіональні зміни прямої сонячної радіації. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2002. Вип. 250. С. 16–21.

103. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении: учебник. Москва: Изд-во МГУ, 1995. 320 с., ил.

104. Дмитриенко Г. А. Стратегический менеджмент: целевое управление персоналом организаций: учеб. пособие. Київ: МАУЛ, 2008. 188 с.

105. Добровольский Г. В. Итоги и задачи почвоведения на рубеже 20 и 21 веков. *Почвоведение*. 2001. №2. С. 133–137.

106. Добряк Д. С., Канаш О. П., Розумний І. О. Класифікація та екологіобезпечне використання сільськогосподарських земель: наук. монограф. Київ: 2001. 309 с.

107. Довгий С. А., Копейка О. В., Поленок С. П., Стрижак А. Е. Новые технологии в телекоммуникации: Планирование сервисных пакетов Интернет-услуг. Методика бизнес-планирования. Киев: Укртелеком, 2001. 240 с.

108. Довгострокові стаціонарні польові дослідження України: реєстр атестатів. Харків: Вид. «Друкарня № 13», 2006. 120 с.

109. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / за ред. Б. С. Носка, Б. С. Прістера, М. В. Лободи. Київ: Урожай, 1994. 336 с.

110. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.

111. Дорогунцов С. І., Хвесик М. А., Головинський І. Л. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології): монографія. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2002. 227 с.

112. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [5-е изд., доп. и перераб.] / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.: ил.

113. Дридигер В. К. Методические подходы к проведению научных исследований по изучению системы земледелия без обработки почвы. *Научно-агрономический журнал*. Ставрополь, 2013. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-obrabotki-pochvy-na-agrofizicheskie-agrohimicheskie-svoystva-pochvy-i-urozhaynost-zernovyh-kultur> (дата звернення: 22.06.2016).

114. ДСТУ 2730-94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Київ: Держстандарт України, 1994. 14 с.

115. ДСТУ 4114-02 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна.

116. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб.

117. ДСТУ 4288:2004 Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів.

118. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини.

119. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. –Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.

120. ДСТУ ISO 10381–1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб.

121. ДСТУ ISO 10381–2:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381–2:2002, IDT).

122. ДСТУ ISO 11272 Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу.

123. ДСТУ ISO 14255:2005 Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту і загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування.

124. Дубачинская Н. Н. Роль системы земледелия в экономическом росте АПК. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2006. № 8. С. 21–29.

125. Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС: практикум [Морозов В. В., Гамаюнова В. В., Морозов О. В. та ін.]. Херсон: ХДУ, 2004. 163 с.

126. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / за ред. В. І. Бойка. Київ: ННЦІАЕ, 2008. 400 с.

127. Електронні медіа у поміч агроному. *Агрономіка*. 2014. Вип. 1. С. 9–10.

128. Елисеєва І. І. Статистика: учебник / под ред. І. І. Елисеєвой. Москва: Юрайт, 2011. 565 с.

129. Євграшкіна Г. П., Сібуль Т. В. Методичні аспекти прогнозування сольового режиму зрошуваних земель на прикладі Фрунзенського масиву. *Вісник Дніпропетровського університету*. 2012. №32. С. 59–63.

130. Єгоршин О. О., Лісовий М. В. Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами. Харків: Друкарня № 14, 2007. 45 с.

131. Жаринов Е. М. Водосберегающие режимы орошения. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2007. № 4(8). С. 31–33.

132. Жигулина Е. В., Волчкова Т. Л. Повышение плодородия почв на орошаемых землях. *Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования: сб. науч. трудов / под ред. акад. РАСХН Б. М. Кизяева*. Москва: Россельхозакадемия, 2006. С. 426–442.

133. Жовтоног О. І., Кириєнко О. І., Шостак І. К. Алгоритм планування зрошення з використанням геоінформаційних технологій для системи точного землеробства. *Меліорація і водне господарство*. 2004. Вип. 91. С. 33–41.

134. Жовтоног О. І., Салюк А. Ф., Деменкова Т. Ф., Филипенко Л. А. Типізація територій за нормами водопотреби сільськогосподарських культур у зрошенні. *Водне господарство України*. 2000. № 3–4. С. 21–25.

135. Жуйков Г. Є., Малярчук М. П., Гусєв М. Г., Марковська О. Є. та ін. Догляд за посівами озимої пшениці та особливості технологій вирощування ярих культур. *Деловой Агрокомпас*. 2006. № 1–2. С. 13–20.

136. Жуйков Г. Є. Економічні засади ведення землеробства на зрошуваних землях: моногр. Херсон: Айлант, 2003. 288 с.

137. Жуйков Г. Є., Гусєв М. Г., Малярчук М. П., Марковська О. Є. та ін. Рекомендації до сівби озимих культур під урожай 2007 року. *Деловой*

*Агрокомпас*. 2006. № 8–9. С. 83–91.

138. Жученко А. А. Эколого-генетические основы интегрированной защиты растений. *Проблемы оптимизации фитосанитарного состояния растениеводства*: сб. трудов Всерос. съезда по защите растений. Санкт-Петербург, 1997. С. 9–24.

139. Жученко А. А., Казанцев Э. Ф., Афанасьев В. Н. Энергетический анализ в сельском хозяйстве. Кишинев: Штиинца, 1983. 82 с.

140. Зазимко М. И., Колос С. В., Фетисов Д. П. К вопросу о распространении вирусных болезней озимой пшеницы в предприятиях ЗАО фирмы «Агрокомплекс» Краснодарского края в 2006 г. *Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов*: матер. 4-й межд. науч.-практ. конф. Краснодар, 2007. С. 79–83.

141. Зазимко М. И., Долженко В. И., Чулкина В. А., Захаренко В. А. Состояние и перспективы использования агротехнического и других альтернативных приемов в защите колосовых культур. *Агротехнический метод в защите растений от вредных организмов*: матер. 2-й Всерос. научно-практ. конф. Краснодар: Тип. КубГАУ, 2002. С. 5–10.

142. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв. Москва: Изд-во МГУ, 2003. 448 с.

143. Звіти відділу зрошення Інституту зрошуваного землеробства НААН України за період 2005–2017 рр.

144. Звягинцева Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д. Г. Звягинцева. Москва: Колос, 1991. 486 с.

145. Земельні ресурси України / за ред. В. В. Медведєва, Т. М. Лактіонової. Київ: Аграрна наука, 1998. 149 с.

146. Земледелие / под ред. Г. И. Баздынова. Москва: Колос, 2008. 607 с.: ил.

147. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології: навч. посібн. для підготовки фахівців в аграр. вищ. навч. закладах II-IV рівнів



акредитації / за ред. М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук та ін. Київ: Урожай, 2003. 400 с.: іл.

148. Зонн И. С. Орошаемое земледелие в странах мира. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1989. № 11. С. 58–61.

149. Зрошувані землі Дунай-Дністровської зрошувальної системи: еволюція, екологія, моніторинг, охорона, родючість / за ред. С. А. Балюка. Харків: Антіква, 2001. 260 с.

150. Зубець М., Тивончук С. Розвиток інноваційних процесів в агропромисловому виробництві. Київ: Аграрна наук, 2004. 192 с.

151. Зубець М. В., Панасюк Б. Я. Актуальні проблеми економіки України. Київ : Аграрна наука, 2004. 84 с.

152. Зубков А. Ф. Агробиоценология. Санкт-Петербург: Типограф. ВИЗР: «Инновац. центр защиты растений ВИЗР», 2000. 208 с.

153. Ильинская И. Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. 163 с.

154. Инновационные технологии орошения овощных культур [Овчинников А. С., Мещеряков М. П., Бочарников В. С., Бочарникова О. В.] *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2014. №4(24). С. 13–17.

155. Иванов П. В., Костылев В. И. Когнитивные технологии моделирования системы орошаемого земледелия региона. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, 2012. Вып. 2. С. 43–45.

156. Іващенко О. О., Рудник-Іващенко О. І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 10–13.

157. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ: Світ, 2001. 234 с.

158. Іващенко О. О. Нові підходи в системі застосування гербіцидів. *Захист і карантин рослин*. 2004. Вип. 50. С. 128–133.

159. Інноваційні домінанти сталого розвитку України [Хвесик М. А.,

Бистряков І. К.]. Київ, 2011. № 2. С. 188–199.

160. Історія меліорації і водного господарства Херсонщини (вид. друге, допов.) / за ред. В. О. Ушкаренко, В. В. Морозов. Херсон: Видавництво ХДУ, 2005. 132 с.

161. Канівець В. І. Життя ґрунту. Київ: Аграрна наука, 2001. С. 12–16.

162. Капустянчик С. Ю., Добротворская Н. И. Мониторинг сельскохозяйственных земель с использованием электронной картографии. *Интерэкспо Гео-Сибирь*, 2015. Вып. 3. С. 7–12.

163. Карманов И. И., Булгаков Д. С., Карманова Л. А., Путилин Е. И. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв. *Почвоведение*. 2002. № 7. С. 850–857.

164. Каюмов М. К. Справочник по программированию урожаев. Москва: Россельхозиздат, 1977. 186 с.

165. Кирилюк В. П., Белоцька Л. В. Продуктивність гречки залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківської області*. 2014. №17. С. 10–11.

166. Кирюшин В. И. Классическое наследие и современные проблемы агропочвоведения. *Почвоведение*. 1996. № 3. С. 269–276.

167. Кирюшин В. И. Разработка и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в различных природно-сельскохозяйственных зонах. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2002. Вып. 12. С. 50–59.

168. Кисиль В. И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы. Харьков: Штрих, 2000. 162 с.

169. Кисиль В. И. Модель биологического земледелия Института почвоведения и агрохимии УААН. *Ґрунтозахисна біологічна система землеробства України*. Київ, 2000. С. 185–195.

170. Кислов А. В. Эффективность возделывания зерновых по чистым парам. *Зерновое хозяйство*. 2006. №6. С. 14–16.

171. Кілька з наших найбільших пріоритетів у сфері досліджень на 2016 р.  
URL: <http://www.bayer.ua/innovations/scientific-experiments/research-development-agriculture> (дата звернення: 30.05.2017).

172. Клещенко А. Д., Найдина Т. А. Динамическая модель продукционного процесса кукурузы с использованием спутниковой информации и методы прогноза урожайности. *Метеорология и гидрология*. 2012. № 12. С. 88–98.

173. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 344 с.

174. Ковалев В. М. Теория урожая. Москва: МСХА, 2003. С. 53–59.

175. Коваленко П. І., Михайлов Ю. О., Сатаєв В. І. Механізм державної підтримки зрошуваного землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 9. С. 58–61.

176. Коваленко П. І., Михайлов Ю. О. Раціональне використання води при зрошенні. Київ: Аграрна наука, 2000. 215 с.

177. Ковальов М. М., Топольний Ф. П. Переушільнення ґрунтів – проблема сьогодення. *III-й Всеукр. з'їзд екологів з міжнар. участю*: зб. наук. статей. 2011. Вінниця. Т.2. С. 493–496.

178. Козубенко И. С., Дудник Д. В. Экономическое управление землями сельскохозяйственного назначения и методика оценки его эффективности. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2012. № 6. С. 72–77.

179. Коковіхін С. В., Біляєва І. М., Пілярський В. Г. Проблеми інноваційного розвитку зрошуваного землеробства в умовах півдня України. *Історія освіти, науки і техніки в Україні*: матеріали Всеукр. конф. молод. вчен. та спец. (м. Київ, 22 трав. 2014 р.). Київ: Корзун, 2014. С. 259.

180. Коломиец Н. В. Минимализация обработки почвы в севообороте. *Земледелие*. 1993. № 2. С. 17–19.

181. Колотий А. В. Регрессионные модели прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Украине. *Індуктивне моделювання складних систем*. 2012.

Вип. 4. С. 92–101.

182. Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України / за наук. ред.: С. А. Балюк, М. І. Ромашенко, В. А. Сташук. Київ: Аграрна наука, 2013. 160 с.

183. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України / за ред. акад. М. І. Ромашенка. Київ: ЦП «Компринт», 2014. 28 с.

184. Концепція економічного нормування допустимого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив / за ред. С. А. Балюка, М. І. Ромашенка. – Київ: Аграрна наука, 2004. 24 с.

185. Костяк М. М., Пелих В. Г., Базалій В. В., Морозов В. В. та ін. Атлас родючості ґрунтів Херсонської області України: Інформаційно-аналітичний збірник. Херсон: Олді-плюс, 2011. 108 с.

186. Костяков А. Н. Основы мелиорации. 5-е изд. Москва: Сельхозгиз, 1951. 750 с.

187. Костяков А. Н. Основы мелиорации. Москва: Сельхозгиз, 1961. Т. 1. 808 с.

188. Коць С. Я., Пати́ка Н. В., Пати́ка В. Ф. Мікробіологічна трансформація азоту в ґрунтах. *Корми і кормовиробництво*. 2008. Вип. 62. С. 228–234.

189. Краплинне зрошення: навч. посіб. / за ред. акад. НААН М. І. Ромашенка та проф. А. М. Рокочинського. Рівне, НУВГП, 2015. 298 с.

190. Краси́ловець Ю. Г. Наукові основи фітосанітарної безпеки польових культур. Харків: Магна LTD, 2010. 416 с.

191. Краснокутська Н. В. Інноваційний менеджмент. Київ: КНЕУ, 2003. С. 170–172.

192. Криворучко І. П. Обґрунтування способу аналітичного розрахунку статистичного максимуму врожайності. *Наук. праці УкрНДГМІ*, 2010. Вип. 259. С. 245–253.

193. Кружилин И. П., Морозова А. С. Влияние орошения на почвы и ландшафты степей. *Почвоведение*. 1993. № 11. С. 59–64.

194. Круть В. М., Фесенко Г. П., Алексеенко Т. Е. Научные основы

екологического земледелия. Киев: Урожай, 1995. 176 с.

195. Кук Дж. У. Регулирование плодородия почвы. Москва: Колос, 1970. 520 с.

196. Кукоба П. И., Ладных В. Я., Балюк С. А. и др. Охрана почв при орошении. Чтобы не убывало плодородие земли. Киев: Урожай, 1989. С. 65–80.

197. Курбанов С. А., Майер А. В., Магомедова Д. С. Комбинированное орошение при возделывании овощных культур в Дагестане. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2013. № 1. С. 8–10.

198. Лавриненко Ю. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В. Наукові підходи до розробки інноваційних методів планування та оперативного управління зрошенням на локальному рівні господарств. *Посібник українського хлібороба*. 2012. Т. 2. С. 67–71.

199. Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Тищенко О. Д. Оптимізація водного режиму ґрунту в Степу України при вирощуванні сільськогосподарських культур з використанням лабораторного обладнання. *Бюлетень сільського господарства степової зони*. 2012. № 1. С. 35–41.

200. Лактионов Б. И., Сафонова Е. П., Федорченко А. Н. Восстановление плодородия засоленных и осолонцованных земель. *Повышение плодородия орошаемых земель*. Киев: Урожай, 1989. С. 149–159.

201. Лебідь Є. М., Льоринець Ф. А., Десятник Л. М. Ефективність чизельного обробітку ґрунту в зернопросапній сівоzmіні. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 2. С. 13–16.

202. Лебідь Є. М., Андрусенко І. І., Пабат І. А. Сівоzmіні в інтенсивному землеробстві. Київ: Урожай, 1992. 224 с.

203. Лисик Г. А., Куликовський Б. Б. Основи меліорації і ландшафтознавства. Київ: Агросвіт, 2005. 462 с.

204. Лисогоров К. С. Теоретичне обґрунтування і практична реалізація створення інформаційних систем в зрошуваному землеробстві: дис... д-ра с.-г. наук. Херсон, 2005. 384 с.

205. Литтл Т., Хиллз Ф. Сельскохозяйственное опытное дело.

Планирование и анализ. Москва: Колос, 1981. 320 с.

206. Лихацевич А. П., Латушкина Г. В., Левкевич А. А. Выбор способа орошения сельскохозяйственных культур. *Мелиорация*. 2015. № 2(74). С. 34–47.

207. Лобков В. Т., Плыгун С. А. Приоритетные направления развития земледелия. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2012. № 7. С. 92-99.

208. Лозовіцький П. С., Чеботько К. А., Косматий В. А., Копилевич В. А. Методи іригаційної оцінки поливної води та їх застосування в умовах України. *Аграрна наука і освіта*. 2008. Том 9. № 1–2. С.37-46.

209. Лымар А. О., Лимар В. А., Коковіхін С. В., Домарацький С. О. Агрокліматичні ресурси півдня України та їх раціональне використання: монографія. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2015. 246 с.

210. Лымарь А. О., Гойса Н. И. О методике оценки агроэкологического потенциала пахотных земель юга Украины. *Вестник аграрной науки*. 1993. № 3. С. 26–34.

211. Лымарь А. О. Экологические основы систем орошаемого земледелия. Киев: Аграрна наука, 1997. 397 с.

212. Лысогоров С. Д., Ушкаренко В. А. Орошаемое земледелие. Москва: Колос. 1981. 382 с.

213. Лысогоров С. Д., Ушкаренко В. А. Практикум по орошаемому земледелию. Москва: Агропромиздат, 1985. 128 с.

214. Льгов Г. К., Адиньяев Э. Д. Водопотребление и режим орошения кукурузы. *Агробиологическое обоснование поливного режима и применение удобрений под кукурузу*: Тр. Горского СХИ, 1974. С. 3–37.

215. Любимова И. Н. Агрогенная эволюция солонцовых комплексов сухостепной зоны. *Почвоведение*. 2002. № 7. С. 892–903.

216. Максименко В. П. Комплексная мелиорация уплотненных почв на орошаемых землях : автореф. дисс... д-ра с.-х.наук. Москва, 2011. 42 с.

217. Максименко В. П., Волчкова Т. Л. Уплотнение почв на орошаемых землях и его влияние на агробиоценоз и технологии мелиораций. *Современные*

*проблемы мелиорации и водного хозяйства*: сб. матер. юбил. межд. науч.-практ. конф. «85-летие ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова». Том 2. Москва: ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2009. С. 103–110.

218. Малярчук А., Біляєва І., Марковська О. та ін. Озимий ріпак у сівозмінах на зрошенні на Півдні України. *Агрономія сьогодні. Здоров'я людини*. 2017. №8. С. 44–49.

219. Малярчук А. С., Борищук Р. В., Бульба І. А., Марковская Е. Е. Продуктивность орошаемого севооборота при энергосберегающих способах основной обработки темно-каштановой почвы юга Украины. *Сб. матер. 7-ой межд. конф. молодых ученых и специалистов*. Краснодар. 2013. С. 133–135.

220. Малярчук М., Марковська О., Митрофанов О., Мігальов А., Малярчук В. Мінімізація основного обробітку ґрунту в промисловій плодозмінній сівозміні на зрошенні в умовах півдня України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. праць. Кн. 2. Дослідницьке, 2009. С. 186–190.

221. Малярчук М. П., Вожегова Р. А., Марковська О. Є. Формування систем основного обробітку ґрунту в агробіогеоценозах на меліорованих землях південної посушливої та сухостепової ґрунтово-екологічних підзон України: навч. посібник. Херсон: Айлант, 2012. 180 с.

222. Малярчук М. П., Марковська О. Є. Агрофізичні властивості ґрунту та продуктивність пшениці озимої на зрошенні залежно від основного обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2009. Вип. 51. С. 42–46.

223. Малярчук М. П., Марковська О. Є., Малярчук А. С. Енергетична ефективність функціонування сівозмін на зрошенні за різних способів основного обробітку ґрунту. *Історія освіти, науки і техніки в Україні*: матеріали ІХ Всеукр. конф. молод. уч. та спеціал. (м. Київ, 22 трав. 2014 р.). Київ: ФОП «Корзун Д.Ю.», 2014. С.284–286.

224. Малярчук М. П., Марковська О. Є. Енергоємність систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошенні Півдня України. *Механізація та*

*електрифікація сільського господарства*. 2011. Вип. 95. С. 435–439.

225. Малярчук М. П., Марковська О. Є., Мельник А. П. Ефективність способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу в просапній сівозміні на зрошенні Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. Ч. 2. С. 34–41.

226. Малярчук М. П., Шелудько О. Д., Марковська О. Є. Захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2007. Вип. 47. С. 115–119.

227. Малярчук М. П., Марковська О. Є., Малярчук В. М., Проценко К. С. Мінімізація основного обробітку ґрунту в промисловій плодозмінній сівозміні на зрошенні в умовах півдня України. *Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України*: зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф. Херсон, 2009. С. 9–11.

228. Малярчук М. П., Ушкаренко В. О., Марковська О. Є., Малярчук В. М. Охорона і підвищення родючості зрошувальних земель та їхнє ефективне використання: Обробіток ґрунту на зрошуваних землях в зоні дії Інгулецької зрошуваної системи. *Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання*: кол. моногр. Київ: Аграрна наука, 2010. С. 249–258.

229. Малярчук М. П., Марковська О. Є., Лопата Н. П. Продуктивність кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив в сівозміні на зрошенні Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 47–51.

230. Малярчук М. П., Марковська О. Є. Система основного обробітку ґрунту у сівозміні і продуктивність озимої пшениці. *Зрошуване землеробство*: 2007. Вип. 48. С. 62–67.

231. Малярчук М. П., Вожегова Р. А. Формування систем основного обробітку ґрунту в агробіоценозах на меліорованих землях південної посушливої та сухостепової ґрунтово-екологічний підзон України. Херсон: Айлант, 2012. 180 с.

232. Марковська О. Є., Малярчук М. П. Агроекономічна оцінка систем



основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні за умов зрошення на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 89. С. 55–59.

233. Марковська О. Є., Біляєва І. М., Малярчук А. С., Малярчук В. М. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність сільськогосподарських культур в сівозміні на зрошенні півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 71–74.

234. Марковська О. Є. Вплив способів обробітку на показники родючості темно-каштанового ґрунту і урожай сільськогосподарських культур. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 54. С. 230–235.

235. Марковська О. Є. Енергетична ефективність технологій вирощування сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту й удобрення в сівозміні на зрошенні півдня України. *Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції присвяченій 150 річчю від дня народження професора С. Л. Франкфурта*. Київ: ФОП «Корзун Д. Ю.», 2016. С. 324–325.

236. Марковська О. Є. Енергозберігаючі способи основного обробітку темно-каштанового ґрунту в 4-пільній ланці зрошуваної сівозміни Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 81. Ч. 2. С. 115–120.

237. Марковська О. Є. Ефективність бакових сумішей гербіцидів та регуляторів росту на пшениці озимій в Південному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2014. Вип. 87. С. 60–64.

238. Марковська О. Є., Біляєва І. М. Ефективність захисту зрошуваних посівів пшениці озимої від прихованостеблових шкідників. *Таврійський науковий вісник*. 2014. Вип. 89. С. 55–59.

239. Марковська О. Є. Обробіток ґрунту під пшеницю озиму в 4-пільній короткоротаційній сівозміні в умовах зрошення півдня України. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку водного господарства і меліорації земель: зб. матеріалів Міжн. наук.-практ. конф. Херсон, 2009*. С. 115-117.

240. Марковська О. Є. Продуктивність короткоротаційної просапної сівозміни на зрошенні залежно від способів і систем основного обробітку ґрунту. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 53. С. 18–23.

241. Марковська О. Є., Малярчук А. С., Малярчук В. М. Продуктивність просапної сівозміни на зрошуваних землях за різних систем обробітку ґрунту та удобрення. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах*: матеріали доп. міжнар. наук. конф. (м. Херсон, 10-11 черв. 2016 р.). Херсон: РВЦ «Колос», 2016. С. 138–139.

242. Марковська О. Є. Продуктивність сівозміни на зрошенні за енергозберігаючих способів основного обробітку темно-каштанового ґрунту Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. Ч. 2. С. 126–129.

243. Марковська О. Є. Продуктивність сівозміни на зрошенні за енергозберігаючих способів основного обробітку темно-каштанового ґрунту півдня України. *Інтегроване управління меліорованими ландшафтами*: матеріали наук.-практ. конф. Херсон, 2011. С. 157–158.

244. Мартыненко Т. А. Агромелиоративная эффективность применения фосфогипса в условиях капельного орошения минеральными водами при выращивании лука репчатого. *Мелиорация*. 2014. №2(72). С. 24–29.

245. Математическая статистика: учебник – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. Иванова В. М., Калинина В. Н., Нешумова Л. А. Москва: Высш. школа, 1981. 371 с.

246. Медведев В. В., Лактионова Т. Н., Донцова Л. В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков: Апостроф, 2011. 224 с.

247. Медведев В. В., Лындина Т. Е., Лактионова Т. Н. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харьков: 13 типография, 2004. 244 с.

248. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.

249. Мелихова Е. В. Дифференцированный режим орошения и питания столовой свеклы на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2007. № 3. С. 37–41.

250. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Киев: Урожай, 1980. 84 с.

251. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 286 с.

252. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибель. Київ: Світ, 2001. 447 с.

253. Методические указания по определению нитрификационной способности почв. Москва: ВПНО «Сельхозхимия», 1984. 16 с.

254. Методичні вказівки з особливостей використання зрошуваних земель Херсонської області [Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. та ін.]. Херсон, Айлант, 2007. 60 с.

255. Методичні рекомендації з планування та оперативного управління режимами зрошення в умовах півдня України [Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В. та ін.]. Херсон: Грінь Д. С., 2016. 64 с.

256. Методические рекомендации по ведению биологического земледелия [А. Г. Денисенко, В. М. Круть, Б. С. Носко, В. В. Медведев, В. Ф. Сайко, Г. А. Мазур, Е. М. Лебедь и др.]. Киев: НПО «ВАСТА», 1991. 73 с.

257. Методичні рекомендації по застосуванню водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур [В. А. Писаренко, С. В. Коковіхін, І. Т. Иванов, О. П. Тищенко, Л. С. Мішукова та ін.]. Херсон: Айлант, 2002. 32 с.

258. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівоzmінах різних ґрунтово-кліматичних зон України / за ред. М. Д. Безуглого, А. С. Заришняка. Київ, 2008. 43 с.

259. Микитенко В. В. Інноваційні підходи до оцінки прогнозування ефективності технологій. *Проблеми науки*. 2002. № 3. С. 12–14.

260. Минасов М. Ш. Стабилизация сельскохозяйственного производства с учетом циклических изменений климатических условий. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2004. № 4. С. 55–56.

261. Минеев В., Дебрецени Б., Мазур Т. Биологическое земледелие и минеральные удобрения. Москва: Наука, 1993. 415 с.

262. Миронова Л., Димов О. Зрошення: від проблем до перспектив. *Агронерспектива*. 2010. Вип. 3. С. 61–63.

263. Мінімалізація обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур [Пабат І. А., Шевченко М. С., Горбатенко А. І., Горобець А. Г.]. *Вісник аграрної науки*. 2004. № 1. С. 11–14.

264. Міхеєв Є. К. Інформаційні системи в землеробстві. Частина 1: Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні проектування і планування. Херсон: Вид-во ХДУ, 2005. 280 с.

265. Міхеєв Є. К., Лисогоров К. С. Автоматизована система підтримки технологічних рішень в системах точного землеробства. Частина I: СППР СТЗ "Агротехнолог". Херсон: Айлант, 2004. 40 с.

266. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: підручник [Довгань С. В., Доля М. М. та ін.]. Київ: Агроосвіта, 2014. 279 с.

267. Моргун Ф. Т., Шикула Н. К., Тарарико А. Г. Почвозащитное земледелие. Київ: Урожай, 1983. 240 с.

268. Морозов В. В., Пічура В. І. Вплив зміни кліматичних факторів на формування меліоративного режиму зрошуваних Сухого Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 53. С. 323–333.

269. Морозов В. В., Грановська Л. М., Поляков М. Г. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України. Херсон: Айлант, 2003. 208 с.

270. Морозов О. В. Оцінка сучасного стану зрошуваних ґрунтів Херсонської області. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 131–134.

271. Морозов О. В., Пічура В. І. Ґрунтово-екологічний моніторинг зрошуваних земель: моделювання і прогнозування. Херсон: Айлант, 2010. 355 с.

272. Мотузова Г. В., Безуглова О. С. Экологический мониторинг почв. Москва: Гаудеамус, 2007. 237 с.

273. Мошенський С. З., Олійник О. В. Економічний аналіз: підручник для

студентів економічних спеціальностей ВНЗ / за ред. Ф. Ф. Бутинця. 2-ге вид., доп. і перероб. Житомир: ПП «Рута», 2007. 704 с.

274. Мудрий І. В., Лепьошкін І. В. Деякі аспекти проблеми вирощування якісної рослинницької продукції при застосуванні мінеральних добрив та методичні підходи щодо токсиколого-гігієнічної їх оцінки. *Гігієна и санитария*. 2005. № 4. С. 28–32.

275. Назаренко І. І., Польшина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги–ХХІ, 2008. 400 с.

276. Нарушев В. Б., Одиноків Е. В., Косолапов Д. С. Влияние прямого посева на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в Степном Приволжье. *Земледелие*. 1990. № 1. С. 61.

277. Наукове обґрунтування та практична реалізація режимів зрошення сільськогосподарських культур з врахуванням природних та господарсько-економічних чинників : монографія [ Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, П. В. Писаренко та ін.]. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 232 с.

278. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / гол. редакц. колег. М. В. Зубець. Київ: Аграрна наука, 2004. 844 с.

279. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за ред. С. А. Балюка, М. І. Ромащенко, В. А. Сташука. Київ: Аграрна наука, 2009. 624 с.

280. Наукові розробки з ґрунтознавства та агрохімії – сільському господарству України [Б. С. Носко, В. В. Медведєв, В. І. Кисіль, С. А. Балюк]. *Вісн. аграр. науки*. 2006. № 12 (спец. вип.). С. 20-26.

281. Науково-методичне забезпечення діяльності державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів [Б. С. Носко, С. А. Балюк] *Вісн. аграр. науки*. 2006. № 10. С. 5–8.

282. Недбал А. Особенности внесения удобрений в условиях комбинированного орошаемого севооборота. *Овощеводство*. 2005. №3. С. 72–73.

283. Несват А. П. Формирование рационального сельскохозяйственного

землепользования на основе системного подхода. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. № 1. С. 198–201.

284. Нетіс І. Т. Зміна клімату в зоні зрошення. *Зрошуване землеробство*. 1994. Вип. 39. С. 7–12.

285. Нетіс І. Т. Пшениця озима в зоні Степу. Херсон: Айлант, 2004. 95 с.

286. Ничипорович А. А. Некоторые принципы комплексной оптимизации фотосинтетической деятельности и продуктивности растений. *Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве*. Москва: Колос, 1970. С. 6–22.

287. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. *Физиология фотосинтеза*. Москва: Наука, 1982. С. 7–33.

288. Нікішенко В. Л., Філіп'єв І. Д., Мелашич А. В. Сучасні та перспективні системи удобрення в умовах зрошення Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2007. Вип. 48. С. 3–6.

289. Нікішенко В. Л., Гусєв М. Г., Малярчук М. П., Марковська О. Є. Науково-методичні рекомендації з питань догляду за посівами озимих та формування технологій вирощування ярих культур у 2010 році. Херсон: Айлант, 2010. 29 с.

290. Нікішенко В. Л., Гусєв М. Г., Малярчук М. П., Марковська О. Є. та ін. Природні кормові угіддя Херсонської області та способи підвищення їх продуктивності: науково-методичні рекомендації. Херсон: Айлант, 2009. 19 с.

291. Нікішенко В. Л., Малярчук М. П., Шелудько О. Д., Марковська О. Є. та ін. Ріпак озимий та ярий. Захист посівів від шкідників, хвороб та бур'янів: науково-методичні рекомендації. Херсон: Айлант, 2009. 20 с.

292. Новиков А. Е., Абезин В. Г. Экологически безопасные приёмы мелиорации почвы при возделывании пропашных культур. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2013. №1(29). С. 50–55.

293. Новиков Ю. В. Экология окружающей среды и человека. Москва, 2000. 218 с.

294. Новикова А. В. Гранулометрическая дифференциация профиля и ее изменение в процессе эволюции остепенённых солонцов в зональных почвах.

*Агрохімія і ґрунтознавство*. 2009. Вип. 70. С. 13–28.

295. Новикова А. В. О проявлении и особенностях солонцовых свойств в почвах степной и сухостепной зон юга Украины. *Почвоведение*. 2007. № 7. С. 811–822.

296. Новожилов К. В. Некоторые направления экологизации защиты растений. *Защита и карантин растений*. 2003. № 8. С. 14–17.

297. Носко Б. С., Медведев В. В., Непочатов О. П., Скороход В. І. Роль добрив у підвищенні ефективності землеробства в посушливих умовах. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 5. С. 11–15.

298. Овсинский И. Новая система земледелия. Київ: Зерно, 2010. 331с.

299. Овчинников А. С., Бородычев В. В., Храбров М. Ю., Гуренко В. М., Майер А. В. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2015. № 2(38). С. 10–12.

300. Овчинников А. С., Бородычев В. В., Гуренко В. М. Научно-деловому и образовательному центру агротехнопарк – перспективные технологии производства с.-х. продукции. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2014. № 3(35). С. 7–12.

301. Овчинников О. Г. Государственное регулирование аграрного сектора США. Москва, 1999. С. 355.

302. Олійник З. Я., Жук Н. Г., Лашенко В. В. Основні поняття та методи складання середньострокових прогнозів погоди (рекомендації на допомогу синоптикам). Київ, 2011. С. 23–29.

303. Омелюта В. П., Григорович І. В., Чабан В. С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 1986. – 296 с.

304. Орлюк А. П., Жужа О. Д., Усик Л. О. Теоретичні і практичні аспекти насінництва зернових культур. Херсон, 2003. 170 с.

305. Орошение и осушение в странах мира. Москва: Колос, 1974. 527 с.

306. Основи наукових досліджень в агрономії: підручн. / за ред. В. О. Єщенко. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

307. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: навч. посібник. Київ, 2005. 796 с.

308. Основи системного аналізу в гідромеліорації: навч. посіб. / за ред. В. В. Морозов. Херсон: Херсон. держ. аграр. ун-т., 2008. 63 с.

309. Особливості сучасного стану продовольчого ринку [О. П. Кирдан]. *Культура народів Причорномор'я*. 2011. Т. 2. № 197. С. 29–32.

310. Остапов В. И., Малярчук Н. П. Основная обработка почвы в условиях орошения. *Земледелие*. 1998. № 4. С. 27–29.

311. Остапов В. И., Малярчук Н. П. Приемы основной обработки почвы в условиях орошения Южной Степи Украины. *Вісник аграрної науки*. 1998. № 8. С. 10–15.

312. Остапов В. И., Сафонова Е. П. Влияние орошения на плодородие почв в степной зоне Украины. *Гидротехника и мелиорация*. 1986. № 5. С. 54–57.

313. Оцінка і прогноз якості земель: навч. посіб. [С. Ю. Булигін, А. В. Барвінський, А. О. Ачасова, А. Б. Ачасов]. Харків: Вища школа, 2008. 237 с.

314. Павліченко А. А., Бондаренко О. М., Вахній С. П. Вплив систем обробітку ґрунту та рівнів удобрення на його біологічну активність під озимою пшеницею. *Агробіологія*. 2014. С. 131–134.

315. Павлюшин В. А. Фитосанитарная безопасность сельскохозяйственных угодий России (состояние, научное обеспечение). *Защита сельскохозяйственных растений 2001: состояние и перспективы развития: Тез. докл. Всерос. конф. Москва-С.-Пб.-Сочи, Издат. ВИЗР: ООО «Инновац. центр защиты растений»*, 2001. С. 3–10.

316. Парахин Н. В., Амелин А. В., Потаракин С. В., Петрова С. Н. Оптимизация структуры посевных площадей как фактор повышения устойчивости и эффективности растениеводства. *Вестник ОрлГАУ*. 2007. № 3. С. 2–8.

317. Пастухов В. І. Якість механізованих технологічних операцій і біопотенціал польових культур. Харків, 2002. 123 с.

318. Паштецький В., Радченко Л., Женченко К. У трипільних сівозмінах



Степового Криму доцільніше після парової озимої пшениці висівати озимий ячмінь. *Зерно і хліб*. 2012. № 2. С. 29–31.

319. Перцович А. Как повысить природное плодородие почвы. *Овощеводство*. 2006. № 2. С. 26–33.

320. Петриченко В. Ф., Панасюк Я. Я. Сучасні системи землеробства України: навч. посіб. Вінниця, 2009. 256 с.

321. Пилипенко І. О., Моликевич Р. С. Просторовий аналіз антропогенної перетвореності ландшафтів Херсонської області. *Використання ГІС та ДЗЗ у землекористуванні*: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 14-16 лист. 2012 р.). Миколаїв: КП «Миколаївська обласна друкарня», 2012. С. 60–63.

322. Писаренко В. А. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур у степовому регіоні. *Наукові основи землеробства в умовах недостатнього зволоження*: матеріали наук.-практ. конф. (м. Київ, 21–23 лют. 2000 р.). Київ: Аграрна наука, 2001. С. 121–131.

323. Писаренко В. А. Ефективність зрошення сільськогосподарських культур. *Підвищення ефективності використання зрошуваних степових ландшафтів*. Херсон: РВЦ «Колос», 2003. С. 6-7.

324. Пікуш Г. Р., Демішев Л. Ф., Рибка В. С. Агроекономічна та біоенергетична оцінка способів обробітку ґрунту під озиму пшеницю в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 6. С. 17–22.

325. Пілярський В. Г., Писаренко П. В., Біляєва І. М., Пілярська О. О. Вплив зрошення та добрив на ростові процеси буряку цукрового в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2015. Вип. 63. С. 89–92.

326. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. Ч. 1. 270 с.; Ч. 2. 285 с.

327. Политыко П., Каланчино А., Никитина Л., Степанов А. Влияние технологий возделывания на агрофизические, агрохимические свойства почвы и урожайность новых сортов ячменя селекции НИИИСХ ЦРНЗ. *Главный агроном*. 2008. №5. С. 20.

328. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. – 300 с.

329. Полупан М. І., Величко В. А. Номенклатура та діагностика еколого-генетичного статусу ґрунтів України для великомасштабного їхнього дослідження. Київ: Аграрна наука, 2014. 496 с.

330. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. та ін. Спеціалізація землеробства – стратегічна основа підвищення ефективності і сталого розвитку АПК. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 5. С. 5–16.

331. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах від 11 лютого 2010 р. № 164 м. Київ.

332. Примак І., Ряба О., Єщенко В., Опришко В. Проблема класифікації сучасних систем землеробства. *Вісник Львівського нац. агр. ун-ту*. 2011. № 15(2). С. 223–234.

333. Пыхтин И. Г., Шутов Е. В. Систематические отвальные и безотвальные обработки в севообороте и бессменных посевах. *Земледелие*. 2004. №3. С. 18–19.

334. Раціональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти: колективна монографія / за ред. С. А. Балюка, А. В. Кучера. Харків: Смугаста типографія, 2015. 432 с.

335. Режимы комплексных мелиораций земель (рекомендации) / под ред. Б. М. Кизяева. Москва: РАСХН, 2000. 63 с.

336. Результати моніторингу меліорованих та прилеглих до них земель у системі Держводгоспу України: науково-аналітичні дослідження. Київ: Держводгосп України, 2006. 57 с.

337. Ресурсозберігаючі технології хімічної меліорації ґрунтів в умовах земельної реформи / заг. ред. Р. С. Трускавецького, С. А. Балюка. Київ, 2000. С. 45–61.

338. Ривз У. Качество почвы – агрономия. *Агроном*. 2007. №3. С. 102–105.

339. Родючість, продуктивність та ефективність використання ґрунтів рисових зрошувальних систем України [ Костяк М. М., Мельник М. А., Пелих В. Г. та ін.]. Херсон: Грінь Д. С., 2012. 248 с.

340. Рожков В. А., Кузнецова И. В., Рахматуллоев Х. Р. Методы изучения корневых систем растений в поле и лаборатории. Москва: Из-во Московского государственного университета леса. 2008. 52 с.

341. Розгон В., Жовтоног О., Філіпенко Л., Шостак І., Салюк А., Поліщук В. Шляхи покриття затрат на експлуатацію міжгосподарських зрошувальних систем. *Водне господарство України*. 2010. №4. С. 10–14.

342. Ромащенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні. Київ: Світ, 2000. 112 с.

343. Рослинництво : підручник [Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О., Салатенко В. Н., Домарацький Є. О.]. Херсон: Грінь Д. С., 2015. 520 с.

344. Рослинництво з основами програмування врожаю [О. Г. Жатов, Л. Т. Глущенко, Г. О. Жатова та ін.]. Київ: Урожай, 1995. С. 177–192.

345. Росновский И. Н. Системный анализ и математическое моделирование процессов в почвах : учебное пособие / под ред. С. П. Кулижского. Томск: Томский государственный университет, 2007. 312 с.

346. Рудаков Р. П., Букин Л. Л., Гаврилов В. И. Статистика: учеб. пособие. 2-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2010. 288 с.

347. Сайко В. Ф., Тарарико А. Г. Почвозащитные системы земледелия на склоновых землях Украины. *Вестник с.-х. науки*. 1986. №4. С. 19–28.

348. Сафонова О. П., Мелашич А. В., Гусев М. Г., Коковіхін С. В. Екологічні аспекти використання для зрошення вод підвищеної мінералізації в умовах Інгулецької зрошувальної системи. *Зрошуване землеробство*. 2008. Вип. 49. С. 23–34.

349. Свиридов В. И., Комов В. Г. Эффективность системных методов при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014. № 5. С. 12-19.

350. Свиридов В. И., Комов В. Г., Свиридова О. В. Оценка эколого-

экономической эффективности использования пахотных угодий в системах земледелия нового поколения. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017. № 1. С. 16-25.

351. Свисюк И. В. Погода, климат, почва, удобрения и урожай. Ростов-на-Дону: Литера-Д, 2005. 220 с.

352. Сейтказиев А. С., Винокуров Ю. И., Альжанова Л. А. Экологическая оценка мелиоративного режима засоленных почв орошаемых геосистем. *Мир науки, культуры, образования*. 2010. № 1 (20). С. 100–102.

353. Селицкий С. А., Егорова О. В. Энергосбережение при выращивании кормов на орошении. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2011. № 4(04). С. 4.

354. Семенова І. Г. Моделювання врожайності ярого ячменю в Україні з використанням супутникових вегетаційних індексів. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2015. Вип. 267. С. 96–101.

355. Сидоренко О. І., Бабанін В. В., Морозов О. В. Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель: практикум. Херсон: Колос, 2013. 152 с.

356. Силва Ж. Г., Нвазе К. Ф., Казин Э. П. Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство. ФАО ООН. Рим, 2016. URL: <http://www.fao.org/3/a-i4951r.pdf> (дата звернення: 12.09.2017).

357. Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства / за ред. О. О. Собка. Київ: Урожай, 1985. 295 с.

358. Сівозміни у землеробстві України / за ред. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка. Київ : Аграрна наука. 2002. 146 с.

359. Скорупський Б. В. Застосування агрометеорологічної моделі урожайності для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2002. Вип. 250. С. 381–388.

360. Снопич Ю. Ф. Интенсификация технологий и совершенствование средств орошения дождеванием. *Известия Нижневолжского*

*агроуніверситетського комплексу*. 2011. № 3(23). С. 52-54.

361. Сніговий В., Жуйков Г., Димов О., Сафонова О. Зрошення земель на Херсонщині: еколого-економічний стан, тенденції та перспективи розвитку. *Водне господарство України*. 2001. № 1–2. С. 12–17.

362. Собко О. О. Родючість ґрунтів – основа землеробства. Київ: Знання УРСР, 1984. 48 с.

363. Собко А. А. Роль оптимізації агрометеорологічних факторів в підвищенні ефективності зрошуваного землеробства. *Гидротехніка і меліорація*. 1986. № 3. С. 61–66.

364. Соколова Л. С. Минимальная обработка почвы - вопросы социально-ориентированного моделирования технологических процессов. Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2012. №7(15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/minimalnaya-obrabotka-pochvy-voprosy-sotsialno-orientirovannogo-modelirovaniya-tehnologicheskikh-protsessov> (дата звернення: 19.08.2017).

365. Сохранить и приумножить на практике «кукуруза - рис - пшеница». Практическое руководство по устойчивому производству зерновых // ФАО ООН. Рим, 2016. URL: <http://www.fao.org/3/a-i5318r.pdf> (дата звернення: 21.03.2018).

366. Способы регулирования фитоклимата орошаемого поля [М. Ю. Храбров, В. К. Губин, Н. Г. Колесова, Л. В. Кудрявцева]. *Комплексная мелиорация – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных земель*: матер. юб. Межд. науч. конф. Москва: Изд. ВНИИА, 2014. С. 181–188.

367. Справочник по орошаемому земледелию / под ред. В. И. Остапова. 2-е изд., перераб. и доп. Київ: Урожай, 1989. 256 с.

368. Сташук В. А., Коваленко П. І., Ромащенко М. І., Михайлов Ю. О., Балюк С. А. Основи формування державної політики у сфері меліорації земель. Київ, 2009. 20 с.

369. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва.

Київ: Аграр. наука, 2012. 240 с.

370. Субін В. С., Олефіренко В. І. Інтегрований захист рослин : підручник. Київ: Вища освіта, 2004. 336 с., іл.

371. Сухарев Ю. И. Обоснование водных мелиораций агроландшафтов (на примере Московской обл.): автореф. дисс... докт. тех наук. Москва: Моск. госуд. ун-т природообустройства, 2010. 46 с.

372. Сухарев Ю. И. Потребность в водных мелиорациях в зависимости от тепло- и влагообеспеченности территории (на примере Московской области). *Мелиорация и водное хозяйство*: теорет. и науч.-практ. журн. 2008. № 2. С. 25–29.

373. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / за ред. П. І. Коваленка. Київ: Аграрна наука, 2001. 215 с.

374. Танский В. И. Агротехника и фитосанитарное состояние посевов полевых культур. Санкт-Петербург, ВИЗР: «Инновац. центр защиты растений», 2008. 76 с.

375. Танчик С. П. No-till і не тільки. *Сучасні системи землеробства*: наук. вид. Київ: Юніверст Медіа, 2009. 160 с.

376. Тараріко Ю. О. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу. Київ: Нора-Друк, 2002. 122 с.

377. Тараріко Ю. О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України. Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу. Київ: ДІА, 2011. 576 с.

378. Тараріко Ю. О. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика. Київ: Аграрна наука, 2005. 508 с.

379. Терентьев О. В. Ресурсосберегающие технологии для производства зерна в степных районах Среднего Поволжья. *Главный агроном*. 2007. №6. С. 23.

380. Технічний звіт Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції за

2014 рік; виконав начальник КГМЕ Граматіко Д.П. / Розглянуто на технічній раді Херсонського облводресурсів від 04.02.2014 р., протокол № 2/2. 55 с.

381. Технології вирощування сільськогосподарських культур [Дудченко В. В., Вожегова Р. А., Вожегов С. Г., Шпак Д. В., Дудченко Т. В.]. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ: Аграрна наука, 2010. С. 282–294.

382. Тимирязев К. А. Жизнь растений. Москва: Изд. АН СССР, 1962. 290 с.

383. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонов М. І. та ін. Грунтознавство: підручник / за ред. Д. Г. Тихоненко. Київ: Вища освіта, 2005. 703 с.

384. Тищенко А. П. Управление режимами орошения с.-х. культур по инструментальному методу: монографія. Симферополь: Таврия, 2003. 240 с.

385. Торопова Е. Ю., Стецов Г. Я., Чулкина В. А. Эпифитотииологические основы систем защиты растений. / под ред. Чулкиной В. А. Новосибирск: Изд-во Максачук, 2002. 578 с.

386. Третьяк А. М., Бобміндра Д. І. Земельні ресурси України та їх використання. Київ, 2003. 144 с.

387. Трубилин И. Т. К вопросу о роли и значении агротехнического метода в защите растений. *Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов*: матер. 3-й Всерос. научно-практ. конф. Краснодар, 2005. С. 3–5.

388. Туев Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования. Москва: Агропромиздат, 1989. 23 с.

389. Турусов В. И., Гармашов В. М., Сальников М. И., Нужная Н. А., Гаврилова С. А. Новые подходы к оценке биоклиматического потенциала при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. *Достижения науки и техники АПК*. 2013. № 9. С. 50–55.

390. Турулев В. В. Регулирование водного режима орошаемых черноземов юга степной зоны России. Ростов-на-Дону: СКНЦВШ, 2001. 163 с.

391. Тюльпанов Ф. М. Понятие и основные характерные черты права сельскохозяйственного водопользования в условиях орошаемого земледелия.

*Правопорядок: история, теория, практика.* 2013. № 9. С. 39–48.

392. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування / за ред. А. Я. Буки, Г. Г. Дуди. Київ: Урожай, 1990. 208 с.; іл.

393. Управління водними і земельними ресурсами на базі ГІС-технологій: навч. посібник / за ред. В. В. Морозова. Херсон: Вид-во. ХДУ, 2007. 287 с.

394. Ушаков А. В. Использование геоинформационных технологий в сельском хозяйстве. Москва: Дата+, 2004. С. 5–15.

395. Ушкаренко В. О., Андрусенко І. І., Пилипенко Ю. В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2005. Вип. 38. С. 168–175.

396. Ушкаренко В. О. Зрошуване землеробство. Київ : Урожай, 1994. 328 с.

397. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Остапенко А. І., Бойко І. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон : Колос, 1997. 21 с.

398. Федоренко В. П., Ретьман С. В. Інтегрована система захисту озимих зернових культур. *Карантин і захист рослин.* 2006. №1. С. 19-24.

399. Федоренко В. П., Покозій Й. Т., Круть М. В. Шкідники сільськогосподарських рослин. Київ: Колообіг, 2004. 355 с.

400. Філіп'єв І. Д., Гамаюнова В. В., Димов О.М. та ін. Еколого-економічна оцінка застосування добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур. Херсон: Колос, 2001. 24 с.

401. Філіпенко Л. А., Жовтоног О. І., Деменкова Т. Ф. Адаптація планів водокористування до змін кліматичних умов у зоні зрошення України. *Водне господарство України.* 2010. №4. С. 23–29.

402. Формування енергогенеруючих біоорганічних агроєкосистем. Науково-технологічне забезпечення аграрного виробництва (Північно-Центральний Степ України) / за ред. Ю. Тараріко. Київ: ДІА, 2008. 152 с.

403. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: навч. посіб. / за ред. академіка УААН В. О. Ушкаренка. 2-е вид., перероб. і доп. Суми: Університетська книга, 2003. 296 с.



404. Хлопяников А. М., Наумкин А. В., Стебаков В. А., Наумкин В. Н., Наумкина Л. А. Агротехнические и эколого-экономические основы биологизации земледелия. *Вестник Брянского государственного университета*. 2012. Вып 12. С. 34–39.

405. Цепляев А. Н. Агрохимические и технические решения по совершенствованию возделывания бахчевых культур в неорошаемом земледелии: дис... д-ра с.-х. наук. Волгоград, 1998. 375 с.

406. Циліорік О. Водний режим чорнозему, залежно від систем обробітку ґрунту. *Агробізнес сьогодні*. 2015. Вип. 5 (300). С. 12–14.

407. Чулкина В. А., Торопова Е. Ю., Чулкин Ю. И., Стецов Г. Я. Агротехнический метод защиты растений : учебное пособие. Москва: ИВЦ «Маркетинг», 2000. 336 с.

408. Чулкина В. А., Торопова Е. Ю., Павлова О. И., Воробьева И. Г., Ховалыг Н. А. Современные экологические основы интегрированной защиты растений. *Защита и карантин растений*. 2012. № 5. С. 18–21.

409. Чумак В. С., Циліорік О. І. Продуктивність сівозмін у Північному Степу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ, 2004. № 1. С. 34–38.

410. Шамин А. Е., Лисина А. Ю., Заикин В. П., Мартьянычев А. В. Система земледелия и её экономическая эффективность. *Вестник НГИЭИ*. 2017. № 5 (72). С. 54–60.

411. Шевченко О. Л. Еколого-геологічні проблеми регіонів землеробства. *Екогеологія України: навч. посіб.* Київ: Київський університет, 2011. С. 267–287.

412. Шевченко П. Д., Дробило А. Д. Энергосберегающие приемы возделывания культур при орошении в сухостепной зоне. *Научный журнал КубГАУ*. 2008. №35. С. 6–8.

413. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Біляєва І. М. Ефективність агрометодів та протруйника Селест Топ 312,5 FS, т.к.с.в захисті зрошуваної пшениці озимої від злакових мух. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 515–521.

414. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Біляєва І. М. Зброя проти злакових мух. *The Ukrainian farmer*. 2015. № 8. С. 92–93.

415. Шелудько О., Марковська О., Репілевський Є. Ефективність бакових сумішей гербіцидів та регуляторів росту на озимій пшениці. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 116–117.

416. Шелудько О., Марковська О., Гонтарук В. та ін. Ефективність нових інсектицидів на зрошуваній сої. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 98–100.

417. Шелудько О., Марковська О., Клубук В. та ін. Застосування фунгіцидів на посівах зрошуваної сої. *Пропозиція*. 2014. №1. С. 90–92.

418. Шелудько О., Марковська О., Репілевський Є. та ін. Шляхи зниження шкодочинності грибних хвороб в умовах Південного Степу України. *Агроном*. 2015. №2. С. 110–111.

419. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Біляєва І. М. Аканто Плюс – новий ефективний фунгіцид для захисту сільськогосподарських культур на зрошуваних землях південного Степу України. *Карантин і захист рослин: наук.-вироб. журн.* Київ, 2014. №7. С. 1–4.

420. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Борищук Р. В., Найдьонов В. Г. Вплив ентомофагів на оптимізацію фітосанітарного стану зрошуваних посівів зернових колосових в Південному Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 53. С. 157–161.

421. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Урсал В. В. Вплив зрошення на діапаузу пшеничної мухи. *Таврійський науковий вісник*. 2013. Вип. 84. Ч. 2. С. 137–140.

422. Шелудько О. Д., Марковська О. Є. Економічна оцінка елементів системи захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 80. Ч. 2. С. 280–284.

423. Шелудько О. Д., Марковська О. Є. Економічна оцінка елементів системи захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах*: матер. доп. міжн. наук. конф. Херсон: Грінь Д.С., 2012. С. 251–254.

424. Шелудько О. Д., Найдьонов В. Г., Нижегородко В. М. Ефективність застосування пестицидів на озимих зернових культурах в умовах зрошення. *Захист і карантин рослин*. 2004. Вип. 49. С. 77–84.

425. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Репілевський Є. В. Ефективність захисту зрошуваних посівів сої від листогризухих совок. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 59. С. 79–81.

426. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Мринський І. М. Ефективність передпосівної обробки насіння кукурудзи протруйниками. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 58. С. 64–66.

427. Шелудько О. Д., Клубук В. В., Боровик В. О., Марковська О. Є., Репілевський Є. В. Ефективність пестицидів фірми БАСФ на посівах сої в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2013. Вип. 60. С. 65–69.

428. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Найдьонов В. Г., Нижегородко В. М. Захист зрошуваної пшениці озимої від шкідливих організмів. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 57. С. 73–79.

429. Шелудько О. Д., Косачев С. П., Марковська О. Є., Малярчук В. М. ПК 75 WG, в.г. – новий гербіцид для захисту зернових культур. *Зрошуване землеробство*. 2007. Вип. 47. С. 110-114.

430. Шелудько О. Д., Найдьонов В. Г., Нижегородко В. М. Пшениця на зрошенні. *Захист рослин*. 2003. №1. С. 5–6.

431. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Найдьонов В. Г., Нижегородко В. М. Скритостеблові шкідники зернових колосових в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2009. Вип. 52. С. 181–185.

432. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Омеляненко О. А. Шляхи зниження шкодочинності грибних хвороб на зрошуваних посівах сільськогосподарських культур Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2014. Вип. 61. С. 66–69.

433. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Клубук В. В. та ін. Що можна отримати від застосування фунгіцидів на посівах зрошуваної сої. *Агроном*.

2014. №1. С. 110–111.

434. Шикула М. К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Київ: Оранта, 1998. 662 с.

435. Шикула Н. К., Назаренко Г. В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия. Москва: Агропромиздат, 1991. 320 с.

436. Шпичак О. М. Економічні проблеми на ринку зерна України. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 10. С. 5–10.

437. Шумилин В. М., Пушкин В. Г. Авиационная техника высоко-экономичная. *Защита растений*. 1990. № 3. С. 45–46.

438. Щербаков С. И. Основные этапы реализации системы точного земледелия в современном сельском хозяйстве. *Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина»*. 2008. № 5. С. 112–115.

439. Эффективное использование засоленных земель Степного Крыма : монография [В. А. Ушкаренко, В. В. Морозов, В. В. Колесніков, В. И. Ляшевский, А. П. Тищенко]. Херсон: Айлант, 2010. 188 с.

440. Юркевич Є. О., Коваленко Н. П., Бакума А. В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія. Одеса: ВМВ, 2011. 237 с.

441. Юркова Ю. Е. Перспективы развития капельного орошения. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2007. № 3(7). С. 43–45.

442. Юрченко И. Ф. Информационные технологии обоснования мелиораций: автореф. дисс... д-ра техн. наук. Москва: НИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова, 1995. 64 с.

443. Яковлев В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel: учеб. пособ. Москва: КолосС, 2012. 352 с.

444. Ямковий В. Ю. Мінімалізація системи основного обробітку ґрунту під пшеницю озиму в Правобережному Лісостепу України: автореф... канд. с.-г. наук. Київ, 2010. 20 с.

445. Ясониди О. Е. Водосбережение при орошении. Новочеркасск, 2004. 473 с.

446. Яцик А. В. Вода України: проблеми, перспективи. *Водне*

*господарство України*. 1996. № 2. С. 3-8.

447. Adger N., Wreford A., Hulme M. Strategic Assessment of the Impacts, Damage Costs, and Adaptation Costs of Climate Change in Europe. Adaptation and Mitigation Strategies: Supporting European Climate Policy (ADAM project). *Tyndall Centre for Climate Change Research*. 2003. Technical Report №7. 20 p.

448. Ahmadi H., Mosallaeepour E., Kamgar-Haghighi A.A. Modeling Maize Yield and Soil Water Content with AquaCrop Under Full and Deficit Irrigation Management. Published on the 28 of March 2016. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-015-0973-3> (дата звернення: 25.10.2017).

449. Andarzian B., Bannayanb M., Steduto P., Mazraeha H., Barati M.E., Barati M.A., Rahnaamaa A. Validation and testing of the AquaCrop model under full and deficit irrigated wheat production in Iran. Published on the 15 November of 2010. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377411002307> (дата звернення: 12.04.2018).

450. Anderson C. Linear programming analysis of a mini-local plot. *Am. J. Agric. Econ.* 1998. № 84. P. 42–49.

451. Araya A., Solomon H., Kiros M.H., Afewerk K., Taddese D. Test of AquaCrop model in simulating biomass and yield of water deficient and irrigated barley (*Hordeum vulgare*). Published on the 1 November 2010. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037837741000226> (дата звернення: 21.02.2018).

452. Asfaw S., Maggio G. Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*, 2016. 20 p.

453. Bell S. DPSIR a problem structuring method? An exploration from the “Imagine” approach. *European Journal of Operation Research*. 2012. Vol. 222, № 2. P. 350–360.

454. Bull C. T. US Federal Organic Research Activity is Expanding. *Crop Management*. 2006. Vol. 12. P. 73–79.

455. Cafer A. M., Willis M. S., Beyene Sh., Mamo M. Growing Healthy Families. *Household Production, Food Security, and Well-Being in South Wollo, Ethiopia*. 2015. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cuag.12053/full> (дата звернення: 10.06.2018).

456. Carr E., Wingard P., Yorty S., Thompson M., Jensen N., Roberson J. Applying DPSIR to sustainable development. *Sustain, Dev. World Ecol.* 2007. № 12. P. 543–555.

457. Cavana R. Y., Mares E. D. Integrating critical thinking and systems thinking: from premises to causal loops. *System Dynamics Review.* 2004. № 20. P. 223–235.

458. Coulter J. A., Sheaffera C. C., Wyse D. L. Agronomic Performance of Cropping Systems with Contrasting Crop Rotations and External Inputs. *Agron. Jour.* 2011. Vol. 8. P. 15–21.

459. Crane T. A. Bringing Science and Technology Studies into Agricultural Anthropology. *Technology Development as Cultural Encounter between Farmers and Researchers*. 2014. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cuag.12028> (дата звернення: 28.05.2018).

460. CROPWAT 8.0 for WINDOWS. URL: [http://www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_cropwat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html) (дата звернення: 12.12.2017).

461. Dabrowska-Zielińska K., Ciołkosz A., Malińska A., Bartold M. Monitoring of agricultural drought in Poland using data derived from environmental satellite images. *Geoinformation Issues.* 2011. Vol. 3, № 1 (3). P. 87–97.

462. Didenko N. O. Problems analysis of anthropogenic impact on soil condition of the Southern Steppe of Ukraine. *Research Bulletin SWorld Modern scientific research and their practical application.* 2013. J21309. P. 101–106. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/e-journal/2227-6920/j213/20949-j21309> (дата звернення: 21.03.2018).

463. Dmytrenko V. P. Fruitfulness of Climate is the Basis of the General Concept of Agrometeorological Adaption Strategies to Climate Variability and Climate Change. *Agrometeorology in the 21 st Century Needs and Perspectives:*

Contributions from Members on Operational Applications in Agrometeorology and from Discussants of the Papers Presented at the International Workshop. Commission for Agricultural Meteorology. CAgM Report No. 77b. WMO/TD No. 1029. Geneva, Switzerland, May 2001. P. 43-45.

464. Dobbs T. L. Challenges Facing a Second Green Revolution: Expanding the Reach of Organic Agriculture. *Crop Management*. 2006. Vol. 7(55). P. 184–190.

465. Drought-resistant soils optimization of soil moisture for sustainable plant production. Sales and marketing group FAO UN. Rome, Italy. 2007. 96 p.

466. Ecosystem Services of Natural and Semi-Natural Ecosystems and Ecologically Sound Land Use. *Workshop paper International Academy for Nature Conservation*, Vilm, 13-16 May 2007, BfN-Skripten. URL: <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript237.pdf> (дата звернення: 01.09.2017).

467. Effect of Salinity on Plants and the Role of Orbicular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in Alleviation of Salt Stress. *Parvaiz Ahmad Date: 11 October 2013* ppublisher. Springer-Verlag New York. P. 122–123.

468. FAO IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER by Pasquale Steduto (FAO, Land and Water Division, Rome, Italy) T. Hsiao (University of California, Davis, USA) Elias Fereres (University of Cordoba and IAS-CSIC, Cordoba, Spain) D. Raes (KU Leuven University, Leuven, Belgium). FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome, 2012. № 66. P. 70–85.

469. Francis C. A. Practical Applications of Agricultural Systems Research in Temperate Countries. *Jour. of Product. Agr.* 1994. Vol. 5. P. 110-112. URL: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/jpa/abstracts/7/1/151> (дата звернення: 16.11.2017).

470. Francis C. A., Lieblein G. et cet. Transdisciplinary Research for a Sustainable Agriculture and Food Sector. *Agr. Jour.* 2008. Vol. 127. P. 352–355. URL: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/100/3/771> (дата звернення: 18.02.2018).

471. Fritz B. K., Kirk I. W., Hoffmann W. C., Martin D. E. Aerial application

methods for increasing spray deposition on wheat heads. *Applied Engineering in Agriculture American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 2006. Vol. 22(3). P. 357–364. URL: <http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/1926/1/IND43877934.pdf> (дата звернення: 30.05.2018).

472. García-Vila M., Fereres E., Mateos L., Orgaz F., Steduto P. Deficit irrigation optimization of cotton with AquaCrop. Published on the 22 of May 2008. URL: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/101/3/477> (дата звернення: 20.03.2018).

473. Gathala M. K., Timsina J., Islam Md. S. et cet. Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice-maize systems. *Field Crops Research*. 2014. P. 85–98.

474. Giupponi C. From the DPSIR reporting framework to a system for a dynamic and integrated decision making process. *MULINO Conference on European Policy and Tools for Sustainable Water Management*. Venice, 2002. P. 25–29.

475. Gray B. J., Gibson J. W. The change of climate and industrial agricultural practice make a threat to the future of agriculture of Kansas. *Actor–Networks, Farmer Decisions and Identity*. 2013. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cuag.12013/full> (дата звернення: 14.06.2018).

476. Greef J. M. Research of abiotichnogo stress of plants and change of climate. *ISI Journal Citation Reports*. 2016. Vol. 14/83. URL: [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1439-037X](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1439-037X) (дата звернення: 05.11.2017).

477. Greene R., Timms W., Rengasamy P., Arshad M., Cresswell R. Soil and Aquifer Stalination. *Toward an Integrated Approach for Salinity Management of Groundwater*. 2008. URL: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-23576> (дата звернення: 07.09.2017).

478. Gregory A. A problem structuring method for ecosystem-based management: the DPSIR modeling process. *European Journal of Operation Research*. 2013. Vol. 227. № 2. P. 558–569.



479. Hanson J. D., Liebiga M. A., Merrilla S. D., Tanakaa D. L., Krupinskya J. M., Stottb D. E. Dynamic Cropping Systems. *Agr. Jour.* 2007. Vol. 97. P. 48–50  
URL: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/99/4/939> (дата звернення 09.12.2017).

480. Heinberg R. *Blackout: Coal, Climate, and the Last Energy Crisis*. *New society publishers*. California Institute of Technology, 2009. P. 2008.

481. Hesterman O. B., Thorburn T. L. A Comprehensive Approach to Sustainable Agriculture: W. K. Kellogg's Integrated Farming Systems Initiative. *Jour. of Prod. Agric.* 1994. Vol. 108. P. 50–55.

482. Hodgson S. Legislation on water user's organizations. *A comparative analysis for the Development Law Service FAO Legal Office*. Rome, 2003. P. 109.

483. Hossard L., Archerb D. W., Bertrandc M., Colnenne-David C. A Meta-Analysis of Maize and Wheat Yields in Low-Input vs. Conventional and Organic Systems. *Agr. Jour.* 2016. Vol. 108. P. 50–55.

484. Jordan N. R., Wysea D. L., Colombob B. Linking Agricultural Bioscience to Cross-Sector Innovation: A New Graduate Curriculum. *Crop Science*. 2012. Vol. 3. P. 9–16.

485. Karlen D. L., Andrews S. S. The soil quality concept: a tool for evaluating sustainability. *Danish Ins. Agr. Sciences Report*. 2000. №38. P. 15–26.

486. Karlen D. L., Shannon M. C., Schneider S. M., Amerman C. R. Using Systems Engineering and Reductionist Approaches to Design Integrated Farm Management Research Programs. *Jour. of Prod. Agric.* 1994. Vol. 119. P. 144–151.

487. Keating B. A., Carberry P. S., Bindraban P. S., Asseng S., Meinke H., Dixon J. Eco-efficient Agriculture: Concepts, Challenges, and Opportunities. *Crop Science*. 2010. Vol. 84. P. 25-27. URL: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/articles/50> (дата звернення: 10.10.2017).

488. Kincaid D., Cann R., Busch I., Hasheminia V. Low pressure center pivot irrigation and reservoir tillage. Visions of the future. *Proceedings of the Third National Irrigation Symposium held in conjunction with the Annual International Irrigation Exposition*. 1999. Oct. 28/Nov. 1. P. 54–59.

489. Konuma H. *Climate-Smart Agriculture: A call for action*. FAO. Synthesis of the Asia-Pacific Regional Workshop. Bangkok, Thailand, 2015. 120 p.

490. Lake J., Bock G., Goode J. Ciba Foundation Symposium 210. *Precision Agriculture: Spatial and Temporal Variability of Environmental Quality*. 2007. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470515419> (дата звернення: 19.4.2018).

491. Lammerts van Bueren E. T., Myers J. R. *Organic Crop Breeding. Agrotechnology*. 2012. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9781119945932> (дата звернення: 30.07.2018).

492. Mahler R. L., Wilson S., Shafii B. The Adoption of New Technologies in Dryland Farming Regions of Idaho, Washington, and Oregon. *Natural Sciences Education*. 2014. Vol. 9. P. 62–69. URL: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/nse/articles/43/1/102> (дата звернення: 27.03.2018).

493. Markovskaya O. Y., Lavrenko S. O., Kaminska M. O. New plant growth stimulant in the technology of cultivating spiked cereals in southern steppe of Ukraine. *Зрошуване землеробство*. 2015. Вип. 64. С. 32–34.

494. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture*. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.

495. Milton C., Chamala S. *Conservation Tillage and Cropping Innovation: Constructing the New Culture of Agriculture*. Iowa State University Press. 2008. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470290149> (дата звернення: 27.02.2018).

496. Oberle S. Farming Systems Options for U.S. Agriculture: An Agroecological Perspective. *Journ. of Prod. Agric.* 1994. Vol. 7. P. 122–129.

497. Raes D., Steduto P., Hsiao T.C., Fereres E. AquaCrop training handbooks. *Running AquaCrop*. 2017. Book 2. Chapters 3–7. P. 19–61.

498. Raes D., Steduto P., Hsiao T.C., Fereres E. AquaCrop Reference manual. *Running AquaCrop*. 2012. Book 1. Version 4.0. Chapter 1–3. P. 1–39.

499. Randall D. A., Wood R. A., Bony S. et al. Climate Models and Their Evaluation. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. P. 589–662.

500. Richardson G. P. Problems in causal loop diagrams revisited // *System Dynamics Review*. 1997. Vol. 13. P. 247–252.

501. Sadras V. O., Sadras V. O., Cassman K. G. G., Grassini P. and etc. Yield gap analysis of field crops. Methods and case studies. *FAO Water Reports*. Rome, Italy. 2015. No. 41. 82 p.

502. Semenova I. G. Regional atmospheric blocking in the drought periods in Ukraine. *Journ. of Earth Sc. and Engin.* 2013. V. 3 (5). P. 341–348.

503. Sheludko O. D., Markovska O. E., Biliayeva I. M., Kaminska M. O. Efficiency of the protectant Celest top 312.5 fs in irrigated winter wheat treatment against cereal flies in various sowing periods. *Зрошуване землеробство*. 2015. Вип. 63. С. 32–34.

504. Siregar P. R., Crane T. A. Climate Information and Agricultural Practice in Adaptation to Climate Variability. *The Case of Climate Field Schools in Indramayu*. Indonesia. 2011. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2153-9561.2011.01050.x/full> (дата звернення: 29.01.2018).

505. Skarb K., VanderMolen K. Irrigation Access and Vulnerability to Climate-Induced. *Hydrological Change in the Ecuadorian Andes*. 2014. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cuag.12027> (дата звернення: 15.05.2018).

506. Soil Atlas of Europe, European Soil Bureau Network, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, L-2995 Luxemburg. 2005. 128 p.

507. Steduto P., Hsiao T.C., Raes D., Fereres D. AquaCrop - The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: I. Concepts and Underlying Principles. *Agr. Jour.* 2009. Vol. 101(3). P. 26–37.

508. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. New York Irwin / McGraw-Hill. 2000. P. 122–127.

509. The state of food security and nutrition in the World 2017. *Building resilience for peace and food security*. FAO UN. URL: <http://www.fao.org/3/a-i5528r.pdf> (дата звернення: 11.03.2018).

510. Thrift N., Leyshon A. The Capitalization of Almost Everything: The Future of Finance and Capitalism. *Theory, Cultural & Society*. 2007. Vol. 24, №7–8. P. 97–115.

511. Tweeten L., Thompson S. Agricultural Policy for the 21st Century. *Iowa State Press*. 2002. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470390375> (дата звернення: 04.06.2018).

512. Voss G. Chemistry of Crop Protection. *Progress and Prospects in Science and Regulation Ramos*. 2004. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527602038> (дата звернення: 08.12.2017).

513. Vozhehova R. A., Maliarchuk M. P., Biliayeva I. M., Markovska O. Y. Environmental, economic and energy efficiency of soil tillage systems in crop rotation under irrigation. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 12–15.

514. Wagner W., Lemoine G., Rott H. A Method for Estimating Soil Moisture from ERS Scatterometer and Soil Data. *Remote Sens. Environ.* 1999. Vol. 70. P. 191–207.

515. Warkentin B. P. The changing concept of soil quality. *Jour. of Soil and Water Conser.* 1995. №3. P. 226–228.

516. Water as an economic good in irrigated agriculture: Theory and practice. *The Hague, Agricultural Economics Research Institute (LEI)*. Report 3.04.12. 2004. P. 152–155.

## **ДОДАТКИ**

## Додаток А.1

**СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ****Монографії та навчальні посібники:**

1. Малярчук М. П., Ушкаренко В. О., **Марковська О. Є.**, Малярчук В. М. Охорона і підвищення родючості зрошуваних земель та їхнє ефективне використання. Обробіток ґрунту на зрошуваних землях в зоні дії Інгулецької зрошуваної системи. *Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання*: колек. моногр. Київ: Аграрна наука, 2010. С. 249–258 (*Наукове обґрунтування систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошуваних землях*).

2. Малярчук М. П., Вожегова Р. А., **Марковська О. Є.** Формування систем основного обробітку ґрунту в агробіогеоценозах на меліорованих землях південної посушливої та сухостепової ґрунтово-екологічних підзон України: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.]. Херсон: Айлант, 2012. 180 с. (*Розробка наукових основ диференційованих систем обробітку ґрунту, спрямованих на ресурсозбереження, вологонакопичення, зниження негативного впливу посухи*).

3. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., **Марковська О. Є.** та ін. Технології вирощування зернових і технічних культур на зрошуваних землях Півдня України. *Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях*: кол. моногр. / [відп. ред. П.І. Коваленко]. Київ: Аграрна наука, 2016. С. 578–596. (*Розробка систем основного обробітку ґрунту та удобрення для інтенсивних технологій вирощування зернових і технічних культур на зрошуваних землях*).

4. Вожегова Р. А., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Продуктивність сівозмін. *Наукові засади розвитку аграрного сектору економіки Південного регіону України* / за наук. ред. Ромащенко М.І., Вожегової Р. А., Шатковського А. П. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. С. 94–98 (*Економічне та енергетичне обґрунтування продуктивності короткоротаційних сівозмін за умов зрошення*).

5. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Коваленко А. М. та ін.

Ґрунтозахисні енергоощадні технології обробітку ґрунту в сівозмiнах на зрошуваних i неполивних землях Пiвдня України. *Науковi основи адаптацiї систем землеробства до змiн клiмату в Пiвденному Степу України* / за наук. ред. Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 8–39; 242 – 365; 366 – 459 (*Обґрунтування агроекологічних i технологічних заходів у сівозмiнах на зрошенні*).

#### Статті у наукових фахових виданнях України:

6. Малярчук М. П., Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2007. Вип. 47. С. 115–119 (*Проведення польових дослідів з оптимізації систем захисту рослин на поливних землях півдня України, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків i рекомендацій*).

7. Шелудько О. Д., Косачев С. П., **Марковська О. Є.**, Малярчук В. М. ПШК 75 WG, в.г. – новий гербіцид для захисту зернових культур. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2007. Вип. 47. С. 110–114 (*Проведення польових дослідів з зерновими культурами, формулювання висновків i рекомендацій*).

8. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** Агрофізичні властивості ґрунту та продуктивність пшениці озимої на зрошенні залежно від основного обробітку ґрунту в плодозмінній сівозміні Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2009. Вип. 51. С. 42–46 (*Проведення польових дослідів, обчислення агрофізичних показників, формулювання висновків i рекомендацій*).

9. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Найдьонов В. Г., Нижегороденко В. М. Скритостеблові шкідники зернових колосових в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2009. Вип. 52. С. 181–185 (*Проведення польових дослідів з оптимізації захисту зернових колосових культур, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків i рекомендацій*).

10. **Марковська О. Є.** Продуктивність короткоротаційної просапної сівозміни на зрошенні залежно від способів i систем основного обробітку

грунту. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2010. Вип. 53. С. 18–23.

11. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Борищук Р. В., Найдъонов В. Г. та ін. Вплив ентомофагів на оптимізацію фітосанітарного стану зрошуваних посівів зернових колосових у Південному Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2010. Вип. 53. С. 157-161 (*Проведення польових дослідів з зерновими культурами, формулювання висновків і рекомендацій*).

12. **Марковська О. Є.** Вплив способів обробітку на показники родючості темно-каштанового ґрунту і урожай сільськогосподарських культур. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2010. Вип. 54. С. 230–235.

13. **Марковська О. Є.** Продуктивність сівозміни на зрошенні за енергозберігаючих способів основного обробітку темно-каштанового ґрунту Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2011. Вип. 77. С. 126–129.

14. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Мельник А. П. Ефективність способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу в просапній сівозміні на зрошенні Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2011. Вип. 77. Ч. 2. С. 34–41 (*Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій*).

15. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Найдъонов В. Г., Нижегороденко В. М. Захист зрошуваної пшениці озимої від шкідливих організмів. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2012. Вип. 57. С. 73–79 (*Проведення польових дослідів з оптимізації захисту пшениці озимої, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій*).

16. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Мринський І. М. Ефективність передпосівної обробки насіння кукурудзи протруйниками. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2012. Вип. 58. С. 64–66 (*Проведення польових дослідів з оптимізації захисту кукурудзи, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій*).

17. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Економічна оцінка елементів



системи захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2012. Вип. 80. Ч. 2. С. 280–284 (Проведення польових дослідів з гібридами кукурудзи, економічна оцінка, формулювання висновків і рекомендацій).

18. **Марковська О. Є.** Енергозберігаючі способи основного обробітку темно-каштанового ґрунту в 4-пільній ланці зрошуваної сівозміни Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2012. Вип. 81. Ч. 2. С. 115–120.

19. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Репілевський Є. В. Ефективність захисту зрошуваних посівів сої від листогризучих совок. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2013. Вип. 59. С. 79–81 (Проведення польових дослідів з соєю, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

20. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Урсал В. В. Вплив зрошення на діапаузу пшеничної мухи. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2013. Вип. 84. Ч. 2. С. 137–140 (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків).

21. Шелудько О. Д., Клубук В. В., Боровик В. О., **Марковська О. Є.**, Репілевський Є. В. Ефективність пестицидів фірми БАСФ на посівах сої в умовах зрошення Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2013. Вип. 60. С. 65–69 (Проведення польових дослідів з соєю, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

22. **Марковська О. Є.** Ефективність бакових сумішей гербіцидів та регуляторів росту на пшениці озимій в південному степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2014. Вип. 87. С. 60–64.

23. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Ефективність агрометодів та протруйника Селест Топ 312,5 FS, т.к.с. в захисті зрошуваної пшениці озимої від злакових мух. *Захист і карантин рослин*. Київ, 2014. Вип. 60. С. 515–521 (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

24. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Омеляненко О. А. Шляхи

зниження шкодочинності грибних хвороб на зрошуваних посівах сільськогосподарських культур південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2014. Вип. 61. С. 66–69 (*Проведення польових дослідів з культурами зрошуваних сівозмін, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій*).

25. **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Ефективність захисту зрошуваних посівів пшениці озимої від прихованостеблових шкідників. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2014. Вип. 89. С. 55–59 (*Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, формулювання висновків*).

26. **Markovskaya O. Ye.**, Lavrenko S. O., Kaminska M. O. New plant growth stimulant in the technology of cultivating spiked cereals in Southern Steppe of Ukraine. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2015. Вип. 64. С. 32-34 (*Проведення польових дослідів, оцінка ефективності застосування засобів захисту рослин, формулювання висновків*).

27. **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М., Малярчук А. С., Малярчук В. М. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність сільськогосподарських культур в сівозміні на зрошенні півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2016. Вип. 66. С. 71–74 (*Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення параметрів продуктивності сівозміни, формулювання висновків і рекомендацій*).

28. **Марковська О. Є.**, Малярчук М. П. Агроекономічна оцінка систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні за умов зрошення на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2017. Вип. 98. С. 55–59 (*Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення економічних показників, формулювання висновків і рекомендацій*).

29. Vozhehova R. A., Maliarchuk M. P., Biliayeva I. M., **Markovska O. Ye.** Environmental, economic and energy efficiency of soil tillage systems in crop rotation under irrigation. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2017. Вип. 67. С. 12–

15 (*Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення економічної та енергетичної ефективності, формулювання висновків і рекомендацій*).

30. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Лопата Н. П. Продуктивність кукурудзи за різних способів основного обробітку ґрунту та доз внесення добрив в сівозміні на півдні України. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 67. С. 47–51 (*Проведення польових дослідів з кукурудзою, визначення оптимальних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій*).

31. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Біляєва І. М., **Марковська О. Є.** Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення на зрошуваних землях. *Вісник аграрної науки*. 2017. №8. С. 64–70 (*Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, встановлення агрофізичних показників, формулювання висновків*).

32. **Марковська О. Є.**, Зоріна Г. Г., Коковіхіна О. С., Гальченко Н. М., Мельник А. П. Моделювання технології вирощування польових культур короткоротаційної зрошуваної сівозміні з врахуванням природно-кліматичних та господарсько-економічних чинників. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2017. Вип. 68. С. 103–107 (*Узагальнення власних експериментальних даних, здійснення модельних розрахунків, формулювання висновків і рекомендацій*).

**Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних:**

33. **Марковська О. Є.** Економічна та енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур у зрошуваній просапній сівозміні за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Науковий вісник НУБіП України*. Серія: Агрономія. 2017. Вип. 238. С. 72–77. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/7937>.

34. **Марковська О. Є.** Оптимізація боротьби з бур'янами в короткоротаційній сівозміні за умов зрошення на півдні України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. Серія: Сільськогосподарська екологія. Рослинництво. Землеробство. 2017. Вип. 4(46). С. 26–29. URL: <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/vestnik/article/download/1017/882>.

35. **Марковська О. Є.** Динаміка поживного режиму ґрунту за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. № 3(73). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10814>.

36. **Markovska O. Y., Pikoivskyi M. Y., Nikishov O. O.** Optimization of the system of irrigated winter wheat protection against harmful organisms in southern Ukraine. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Том 10. № 3–4. С. 98-104. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/issue/view/439> (*Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків*).

#### **Тези доповідей на наукових конференціях:**

37. **Малярчук М. П., Марковська О. Є., Малярчук В. М., Проценко К. С.** Мінімізація основного обробітку ґрунту в промисловій плодозмінній сівозміні на зрошенні в умовах півдня України. *Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України*: збірн. матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Херсон. 2009 р.). Херсон. 2009. С. 9–11 (*Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій*).

38. **Марковська О. Є.** Обробіток ґрунту під пшеницю озиму в 4-пільній короткоротаційній сівозміні в умовах зрошення півдня України. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку водного господарства і меліорації земель*: збірн. матер. міжнар. наук.-практ. конф. Херсон. 2009. С. 115–117.

39. **Марковська О. Є.** Продуктивність сівозміні на зрошенні за енергозберігаючих способів основного обробітку темно-каштанового ґрунту

півдня України. *Інтегроване управління меліорованими ландшафтами: матеріали наук.-практ. конф. Херсон. 2011. С. 157–158.*

40. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Економічна оцінка елементів системи захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: матер. допов. міжн. наук. конф. (м. Херсон, 7–9 верес. 2012 р.). Херсон: Грінь Д.С., 2012. С. 251–254 (Проведення польових дослідів з кукурудзою, економічна оцінка елементів системи захисту, формулювання висновків).*

41. Малярчук А. С., Борищук Р. В., Бульба І. А., **Марковская Е. Е.** Продуктивність орошаемого севооборота при енергосберегаючих способах основної обробки темно-каштанової ґрунту юга України. Сб. матер. 7-ой міжн. конф. молодих учених і спеціалістів. Краснодар, 2013. С. 133–135 (*Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основної обробки ґрунту, формулювання висновків*).

42. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Малярчук А. С. Енергетична ефективність функціонування сівозмін на зрошенні за різних способів основної обробки ґрунту. *Історія освіти, науки і техніки в Україні: матеріали ІХ Всеукр. конф. молод. учен. та спеціал. (м. Київ, 22 трав. 2014 р.). Київ, ФОП «Корзун Д.Ю.», 2014. С. 284–286 (Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основної обробки ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій).*

43. **Марковська О. Є.**, Малярчук А. С., Малярчук В. М. Продуктивність просапної сівозміни на зрошуваних землях за різних систем обробки ґрунту та удобрення. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: Матеріали доповідей міжнародної наукової конференції (м. Херсон, 10-11 червня 2016 р.). Херсон: Колос, 2016. С. 138–139 (Проведення польових дослідів, обчислення показників продуктивності зрошуваних сівозмін).*

44. **Марковська О. Є.** Енергетична ефективність технологій вирощування

сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту й удобрення в сівозміні на зрошенні півдня України. Матеріали доповідей міжнародної науково-практичної конференції присвяченій 150 річчю від дня народження професора С.Л. Франкфурта (м. Київ, 18 лист. 2016 р.). Київ, ФОП «Корзун Д.Ю.», 2016. С. 324–325.

45. Коковіхін С. В., **Марковська О. Є.**, Зоріна Г. Г. Використання інформаційно-програмного комплексу AQUACROP для моделювання водокористування та врожайності сільськогосподарських культур у зрошуваній сівозміні. *Зрошуване землеробство: сьогодні, проблеми, перспективи: матеріали регіон. наук.-практ. інтернет-конф.* (м. Дніпро, 2-3 листопада 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 107–109 (*Узагальнення власних експериментальних даних, формування баз даних, моделювання, формулювання висновків*).

46. **Марковська О. Є.** Вплив диференційованих систем основного обробітку та фону мінерального живлення на нітрифікаційну здатність ґрунту в короткоротаційній зрошуваній сівозміні в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: сьогодні, проблеми, перспективи: матеріали регіон. наук.-практ. інтернет-конф.* (м. Дніпро, 2-3 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 36–38.

47. **Марковська О. Є.** Наукове обґрунтування енергоощадних заходів при вирощуванні польових культур в зрошуваній короткоротаційній сівозміні. *Стан і перспективи впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур: матеріали II Міжн. наук.-практ. конф.* (м. Дніпро, 15-16 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 79–81.

48. Коковіхін С. В., **Марковська О. Є.**, Зоріна Г. Г. Моделювання агротехнологічних параметрів системи зрошеного землеробства з урахуванням показників гідромодулю системи та біологічних потреб культур у короткоротаційних сівозмінах півдня України. *Стан і перспективи впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування*

*сільськогосподарських культур: матеріали II Міжн. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 15-16 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 60–62 (Узагальнення власних експериментальних даних, формування баз даних, моделювання, формулювання висновків).*

49. **Марковська О.**, Мринський І., Коковіхіна О. Перспективи використання біологічного захисту рослин в сучасних системах органічного землеробства на півдні України. *Інноваційні технології та препарати в системі органічного землеробства Степу: матеріали міжн. наук.-практ. інтернет конф. (м. Херсон, 6 берез. 2018 р.). Херсон. С. 43–46 (Узагальнення власних експериментальних даних, встановлення основних напрямів використання біологічного захисту рослин в умовах півдня України, формулювання висновків і рекомендацій).*

50. **Марковська О. Є.** Оптимізація системи інтегрованого захисту пшениці озимої від шкідливих організмів за вирощування в короткоротаційних сівозмінах на зрошенні. *Інноваційні технології в рослинництві: матеріали наук. інтернет-конф. (м. Кам'янець-Подільський, 15 трав. 2018 р.). Кам'янець-Подільський. С. 104–106.*

#### **Статті в інших виданнях:**

51. Жуйков Г. Є., Малярчук М. П., Гусев М. Г., **Марковська О. Є.** та ін. Догляд за посівами озимої пшениці та особливості технологій вирощування ярих культур. *Деловой Агрокомпас. 2006. № 1–2. С. 13–20 (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, формулювання висновків).*

52. Жуйков Г. Є., Гусев М. Г., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Рекомендації до сівби озимих культур під урожай 2007 року. *Деловой Агрокомпас. 2006. № 8–9. С. 83–91 (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, оптимізація системи захисту, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).*

53. Малярчук М., **Марковська О.**, Митрофанов О., Мігальов А., Малярчук В. Мінімізація основного обробітку ґрунту в промисловій плодозмінній

сівозміні на зрошенні в умовах півдня України. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*: збірн. наук. праць. Книга 2. Дослідницьке 2009. С. 186–190 (Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій).

54. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** Енергоємність систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошенні Півдня України. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. Глеваха, 2011. Вип. 95. С. 435–439 (Проведення польових дослідів з оптимізації систем основного обробітку ґрунту на поливних землях півдня України, обчислення енергетичних показників, формулювання висновків і рекомендацій).

55. Шелудько О., **Марковська О.**, Репілевський Є. Ефективність бакових сумішей гербіцидів та регуляторів росту на озимій пшениці. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 116–117 (Проведення польових дослідів з пшеницею озимою, оптимізація систем захисту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).

56. Шелудько О., **Марковська О.**, Гонтарук В. та ін. Ефективність нових інсектицидів на зрошуваній сої. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 98–100 (Проведення польових дослідів з соєю, оптимізація систем захисту рослин від шкідників, формулювання висновків).

57. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Аканто Плюс – новий ефективний фунгіцид для захисту сільськогосподарських культур на зрошуваних землях південного Степу України. *Карантин і захист рослин*: науково-виробничий журнал. Київ, 2014. №7. С. 1–4 (Проведення польових дослідів з культурами зрошуваних сівозмін, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

58. Шелудько О., **Марковська О.**, Клубук В. та ін. Застосування фунгіцидів на посівах зрошуваної сої. *Пропозиція*. 2014. №1. С. 90–92 (Проведення польових дослідів з соєю, оптимізація систем захисту рослин від шкідників, формулювання висновків і рекомендацій).



59. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Клубук В. В. та ін. Що можна отримати від застосування фунгіцидів на посівах зрошуваної сої. *Агроном*. 2014. №1. С. 110–111 (*Проведення польових дослідів з соєю, оптимізація систем захисту рослин від збудників хвороб, формулювання висновків*).

60. Шелудько О., **Марковська О.**, Репілевський Є. та ін. Шляхи зниження шкодочинності грибних хвороб в умовах південного Степу України. *Агроном*. 2015. №2. С. 110–111 (*Проведення польових дослідів з культурами зрошуваних сівозмін, оптимізація систем захисту рослин від грибних хвороб, формулювання висновків і рекомендацій*).

61. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.**, Біляєва І. М. Зброя проти злакових мух. *The Ukrainian farmer*. 2015. № 8. С. 92–93 (*Проведення польових дослідів з зерновими культурами, розробка та наукове обґрунтування заходів боротьби зі злаковими мухами, формулювання висновків*).

62. Малярчук А., Біляєва І., **Марковська О.** та ін. Озимий ріпак у сівозмінах на зрошенні на Півдні України. *Агрономія сьогодні. Здоров'я людини*. №8. 2017. С. 44–49 (*Проведення польових дослідів з ріпаком озимим, визначення оптимальних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій*).

63. Малярчук А. С., **Марковська О. Є.**, Урсал В. В. Як захистити ріпак озимий навесні. *Зерно*. №4. 2018. С. 189–192 (*Проведення польових дослідів з ріпаком озимим, формулювання висновків*).

#### **Методичні рекомендації:**

64. Нікіщенко В. Л., Малярчук М. П., Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** та ін. Ріпак озимий та ярий. Захист посівів від шкідників, хвороб та бур'янів: наук.-метод. реком. Херсон: Айлант, 2009. 20 с. (*Узагальнення експериментальних даних, формулювання рекомендацій виробництву із захисту ріпаку від шкідливих організмів*).

65. Нікіщенко В. Л., Гусев М. Г., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Природні кормові угіддя Херсонської області та способи підвищення їх

продуктивності: наук.-метод. реком. Херсон: Айлант, 2009. 19 с. *(Узагальнення експериментальних даних, розробка практичних рекомендацій з підвищення продуктивності зрошуваних земель при вирощуванні кормових культур)*.

66. Нікіщенко В. Л., Гусев М. Г., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з питань догляду за посівами озимих та формування технологій вирощування ярих культур у 2010 році. Херсон: Айлант, 2010. 29 с. *(Узагальнення експериментальних даних з оптимізації захисту ярих культур, формулювання висновків і рекомендацій виробництву)*.

67. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з формування систем основного обробітку ґрунту в сівозмінах на зрошуваних землях півдня України. Херсон: Айлант. 2010. 24 с. *(Узагальнення експериментальних даних із застосування різних систем основного обробітку ґрунту на зрошуваних землях півдня України, формулювання висновків і рекомендацій виробництву)*.

68. Вожегова Р. А. Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з підготовки ґрунту, посівного матеріалу та сівби озимих культур під урожай 2011 року в господарствах Херсонської області. Херсон: Айлант, 2010. 31 с. *(Узагальнення експериментальних даних з оптимізації систем основного обробітку ґрунту та удобрення озимих культур, формулювання висновків і рекомендацій виробництву)*.

69. Вожегова Р. А. , Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Наукові підходи до формування технологій вирощування зернових і технічних культур в умовах 2011 року: науково-методичні рекомендації. Херсон: Айлант, 2011. 35 с. *(Узагальнення експериментальних даних з оптимізації технологій вирощування зернових і технічних культур на поливних землях, формулювання висновків і рекомендацій виробництву)*.

70. Вожегова Р. А., Ярмак В. О., Лавриненко Ю. О., Писаренко П. В., Коковіхін С. В., Влащук А. М., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня

України. Херсон: Айлант, 2014. 16 с. *(Узагальнення експериментальних даних із застосування різних систем основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зрошуваних землях, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).*

71. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Коковіхін С. В. та ін. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування кукурудзи в умовах Південного Степу України. Херсон: Колос, 2017. 32 с. *(Узагальнення експериментальних даних із застосування різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій виробництву).*

## Додаток А.2



**ХЕРСОНСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ**  
**ДЕПАРТАМЕНТ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ**  
 просп. Ушакова, 47, м. Херсон, 73000, тел. (0552) 42-27-38, факс 42-27-51  
 e-mail: dp-agroprom@khoda.gov.ua, up-agro@ukr.net, код ЄДРПОУ 33824007

05.11.2018 № 10-1524/018/0195.1 В спеціалізовану Вчену Раду із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук  
 На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**ДОВІДКА**

**про результати впровадження Марковською Оленою Євгеніївною наукових розробок Інституту зрошуваного землеробства НААН у сільськогосподарське виробництво Херсонської області**

Видана кандидату сільськогосподарських наук, старшому науковому співробітнику, в.о. завідувача кафедри ботаніки та захисту рослин Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» Марковській Олені Євгеніївні в тому, що основні положення її дисертаційної роботи: «Наукове обґрунтування агроекологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України» були використані для формування зональних науково-практичних рекомендацій виробництву з підвищення ефективності ведення землеробства на зрошуваних землях Херсонської області.

Експериментальне випробування в базових господарствах та широке виробниче впровадження на зрошуваних землях Херсонської області підтвердили високу ефективність використання на виробничому рівні запропонованих автором польових плодозмінних і просапних сівозмін з питомою вагою пшениці озимої 25%, кукурудзи 25-50, сої 25%. Враховуючи потенціал генетично-обумовленої продуктивності сортів пшениці озимої, сої та гібридів кукурудзи, створених в Інституті зрошуваного землеробства НААН, Марковською О. Є. запропоновано використовувати короткоротаційні сівозміни із застосуванням диференційованої системи основного обробітку з глибокою оранкою або чизельним обробітком під кукурудзу і сою, мілким та поверхневим безполицевим розпушуванням та

## Продовження додатку А.2

сівбою в попередньо необроблений ґрунт зернових колосових, проса, гречки, кукурудзи та багатокомпонентних сумішок на зелений корм.

Важливе екологічне значення для посушливих умов Херсонської області має розроблена органо-мінеральна система удобрення, яка передбачає внесення в умовах зрошення на 1 га сівозмінної площі мінеральних добрив дозою  $N_{97,5}P_{60}$  (пшениця озима  $N_{90}P_{60}$ , соя  $N_{60}P_{60}$ , кукурудза  $N_{180}P_{60}$ , соя  $N_{60}P_{60}$ ) сумісно з використанням на добриво листостеблової маси сільськогосподарських культур сівозміни. Застосування у короткоротаційних сівозмінах на зрошенні системи інтегрованого захисту рослин сприяє зниженню чисельності шкідливих організмів в 1,6–2,5 рази, має економічні та екологічні переваги.

Експериментальні дані Марковської О. Є. узагальнені в практичних рекомендаціях виробництву й рекомендовані до широкого впровадження, сприяють стабілізації ведення землеробства на зрошуваних землях, підвищують виробництво високоякісної екологічно чистої продукції в господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні зернових, технічних і кормових культур на площі понад 50 тис. га у зоні дії Каховської, Інгулецької та Краснознам'янської зрошувальних систем.

Узагальнені результати експериментальних досліджень, які проведені безпосередньо Марковською О. Є., висвітлюються вченими Інституту зрошуваного землеробства НААН та ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» на обласному телебаченні і радіо, на обласних і Всеукраїнських нарадах, конференціях, семінарах-навчаннях, курсах підвищення кваліфікації агрономів та керівників сільськогосподарських підприємств.

Директор Департаменту агропромислового розвитку  
Херсонської обласної державної адміністрації

О. М. Паливода



## Додаток А.3



## НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ ІНСТИТУТ РИСУ

вул. Студентська, 11, с. Антонівка, Скадовський район, Херсонська область, 75705  
тел./факс: (05537) 34-6-48; 34-7-42  
р/р № 35225215007013 в УДК м. Херсон, МФО 852010; e-mail: [instofrice@gmail.com](mailto:instofrice@gmail.com) ЗКПО  
00858757

3-10/12 № 10.09.2018р.

### Довідка

про впровадження науково-технічної розробки  
кандидата сільськогосподарських наук, старшого наукового співробітника  
**Марковської Олени Євгенівни**

**Назва розробки:** Розробка та вдосконалення систем основного обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин при вирощуванні сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України.

**Стисла характеристика розробки:** Протягом 2016-2018 рр. в сівозмінах на зрошуваних землях дослідного поля Інституту рису НААН та ДП ДІ Інституту рису НААН (Скадовський район Херсонської області) на посівній площі понад 1,5 тис. га були впроваджені розробки з оптимізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в плодозмінній і просапній сівозмінах, розроблені в.о. завідувача кафедри ботаніки та захисту рослин, кандидатом сільськогосподарських наук, старшим науковим співробітником Марковською Оленою Євгенівною.

**Результати впровадження:** З використанням розробок автора була оптимізована структура посівних площ, режими зрошення, удосконалені системи обробітку ґрунту та удобрення для кожної культури сівозміни та розроблено сівозміни з урахуванням спеціалізації господарства. При цьому використано програму AquaCrop, яка створена фахівцями ФАО ООН та адаптована автором для використання в локальних умовах Південного Степу України.

За результатами виробничої перевірки розроблених заходів урожайність культур короткоротаційної сівозміни підвищилася на 12,8-25,3%, умовний чистий прибуток знаходився в межах 12,5-16,8 тис. грн/га, рентабельність – 78,3-125,8%. Диференційовані системи основного обробітку ґрунту дозволили зменшити витрати паливно-мастильних матеріалів на 7,0-19,5%, а також підвищити окупність мінеральних добрив при вирощуванні таких культур як пшениця озима, кукурудза на зерно та соя в середньому на 10-17%.

Директор, д.е.н.



В.В. Дудченко

## Додаток А.4

## АКТ

впровадження результатів НТП "Механізація" Інституту зрошувального землеробства НААН України за темою "Продуктивність пшениці озимої на зрошенні залежно від основного обробітку ґрунту в плодозамінній сівозміні півдня України" в ДПДГ "Асканійське" Каховського району Херсонської області у 2011 р.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
<p>Ресурсоощадні екологічно безпечні технологічні процеси вирощування с.-г. культур в умовах південного і сухого Степу</p>	<p>На зрошуваних землях використовується комплекс комбінованих ґрунтообробних знарядь плоскорізного, дискового та чизельного типів, які забезпечують підвищення продуктивності праці, порівняно із знаряддями полицевого типу на 20-25%, та зменшують витрати ПММ на 45-50%, та сприяють покращанню основних факторів родючості ґрунту.</p> <p>Під пшеницю озиму в сівозміні застосовували комбіновані агрегати які за один прохід виконують здрібнення листостеблової маси, підрізання кореневих шийок та створення добре розпушеного мульчованого шару ґрунту, що забезпечує накопичення вологи від атмосферних опадів та її зберігання в орному та підорному шарі</p>	<p>ДП ДГ Асканійське Каховського району Херсонської області, 1100га</p>	<p>Застосування ґрунтообробних знарядь безполицевого типу сприяло зниженню експлуатаційних витрат на основний обробіток на 37,2 -58,6 грн./га, зменшенню витрат праці на 0,12-0,25 люд.год/га</p> <p>За рахунок впровадження комбінованого безполицевого способу основного обробітку ґрунту під пшеницю озиму економія прямих експлуатаційних витрат в розрахунку на загальну площу склала 60,0тис.грн.</p> <p>Додатковий прибуток за рахунок підвищення урожайності при біржовій ціні на пшеницю озиму 1600 грн./т склав 130,0тис.грн.</p>

Даний акт у фінансових операціях участі не приймає.

Замовник: Директор ДП ДГ "Асканійське"  
Головний агроном

Найдюнова В.О.  
Нижеголенко В.М.

Виконавець: Завідувач відділу зрошувального землеробства

Малярчук М.П.  
Марковська О.Є.  
Грiбнюк К.С.

## Додаток А.5

## АКТ

впровадження результатів НТП "Механізація та електрифікація" Інституту зрошувального землеробства НААН України

за темою "Продуктивність сої в ланці плодозмінної сівозміни на зрошенні півдня України" в ДП ДГ "Асканійське" Каховського району Херсонської області у 2012 рр.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
Система диференційованого основного обробітку в ланці плодозмінної сівозміни, за якої глибока оранка під просянні культури чергується з мілким і поверхневим безполіцевим розпушуванням і одним смутовим щільованням за ротацію сівозміни	Використовується комплекс комбінованих ґрунтообробних знарядь полицевого, дискового та чизельного типів. Диференційована система забезпечує підвищення продуктивності праці, порівняно з полицевою на 20-25%, зменшення витрати ПММ на 45-50% та сприяє покращанню родючості ґрунту. Під сою у сівозміні крім полицевої оранки застосовували чизельний плуг «Кейс 7200» та важку дискову борону БДВП-4,2, які за один прохід виконують здрібнення листостеблової маси, створюють добре розпушений мульчований шар ґрунту, що забезпечує накопичення вологи від атмосферних опадів та її зберігання в орному та підорному шарах.	Площа, на якій впроваджувалася система основного диференційованого обробітку складала 3600 га, з яких соя вирощувалася на площі 600 га. Система дозволила скоротити затрати праці в розрахунку на гектар сівозмінної площі на 0,18 люд. год, витрати пального з 18,0 до 14,0 кг. В цілому витрати коштів на основний обробіток 1 га скоротилися з 421,3 грн до 212,0 грн, тобто на 209,3 грн, або 49,7%. Прибавка врожайності зерна сої у 2012 році складала 0,3 т/га	За рахунок впровадження диференційованого основного обробітку ґрунту в сівозміні економія прямих експлуатаційних витрат в розрахунку на площу 600 га склала 125,6 тис. грн. Додатковий прибуток за рахунок підвищення урожайності при біржовій ціні на сою 1000 грн./т склав 720,0 тис. грн. Зняття витрат на транспортування та доробку додатково вирощеного врожаю (7%) в сумі 50,4 тис. грн. та витрат на наукове забезпечення інноваційного провайдингу (20%) в сумі 144,0 тис. грн. дозволило одержати умовно чистий прибуток в сумі 651,2 тис. грн.

Даний акт у фінансових операціях участі не приймає

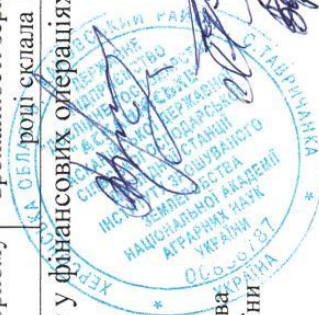
Замовник: Директор ДП ДГ "Асканійське"

Головний агроном

Найдьоньова В.О.  
Нижеголенко В.М.

Марковська О.С.  
Маларчук М.П.

Булигін Д.О.  
Воронюк Л.А.



Виконавець: Завідувач відділу зрошувального землеробства  
Науковий співробітник ІЗПР НААН України



## Додаток А.6

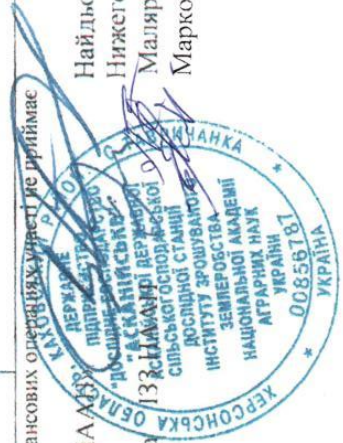
## АКТ

впровадження результатів ПНД 33 "Механізація і електрифікація" Інституту зрошуваного землеробства НААН за темою "Розробити ресурсоощадні технологічні процеси основного обробітку ґрунту і "прямої сівби" сільськогосподарських культур в плодозмінних сівозмінах з індексом використання ріллі 1,20 - 1,25 на зрошенні південного Степу України" в ДП «ДГ «Асканійське» АДСДС ІЗЗ НААН» Каховського району Херсонської області у 2013 році.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
Система основного обробітку в ланці плодозмінної сівозміни за якої глибока оранка під просянні культури чергується протягом ротації сівозміни з мілким безплідцевим розпушуванням під зернові колосові, і сівбою в попередньо необроблений ґрунт травосумішок на 3.к в післяжнивних посівах.	Використовується комплекс комбінованих ґрунтообробних знарядь полицевого, дискового та чизельного типів. Диференційована система забезпечує підвищення продуктивності праці, порівняно з полицевою на 10-15%, зменшення витрати ПММ на 5-10% та сприяють покращанню родючості ґрунту. Під сою та кукурудзу у сівозміні проводиться орачка на глибину від 20-22 до 28-30 см у варіантах мілкового дискового обробітку застосовували важку дискову борону БДВП-4,2, яка за один прохід здригнувала листостеблову масу, створювала добре розпушений мульчований шар ґрунту, що забезпечувало накопичення вологи від атмосферних опадів, поливної води та її зберігання в орному та кореневмісному шарах.	В ДПДГ «Асканійське» плодозмінні сівозміни на зрошенні запроваджені на площі 1,6 тис.га в яких соя вирощувалася на площі 800 га кукурудза - 400 і озимі зернові 400 га. Застосування мілкового та поверхневого обробітку під озимі зернові на фоні оранки під кукурудзу і сою дозволило скоротити витрати пального з 20,0 до 17,0 кг/га. В цілому витрати коштів на основний обробіток в розрахунку на 1 га скоротилися з 215,0 грн до 190 грн, тобто на 25,0 грн або на 11,6 %.	Вартість валової продукції порівняно з нульовим (9,8) обробітком зросла на 3,2 тис.грн/га. Економія прямих витрат склала 40,0 тис.грн. Додатковий прибуток досяг 5,1 млн.грн Зняття витрат на транспортування та дорожню додатково вирощеного врожаю (7%) в сумі 0,36 млн грн. та витрат на наукове забезпечення інноваційного провайдингу (20%) в сумі 1,2 млн.грн. дозволило одержати чистий прибуток порівняно з технологіями, що базувалися на нульовому обробітку 3,54 млн грн.

Даний акт у фінансових операціях участі не приймає

Замовник: Директор ДП «ДГ «Асканійське» АДСДС ІЗЗ НААН» Найдіонова В.О.  
Головний агроном: Нижетолєнко В.М.  
Виконавець: Завідувач відділу зрошуваного землеробства: Малирчук М.П.  
Марковська О.Є.



## Додаток А.7

## АКТ

впровадження результатів ПНД 33 "Механізація і електрифікація" Інституту зрошувального землеробства НААН за темою "Дослідити системи основного обробітку ґрунту і технічні засоби для їх реалізації в зрошуваних сівозмінах з різним рівнем насичення зерновими та технічними культурами" в ДП ДГ "Асканійське" Каховського району Херсонської області у 2014 році.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
Диференційована система основного обробітку в сівозмінах короткої ротації з різним насиченням зерновими та технічними культурами за якої глибока оранка під просапні культури чергується протягом ротації сівозміни з мілким безпліцевим розпушуванням під зернові колосові.	Обробіток ґрунту знаряддями різного типу в . диференційованих системах основного обробітку забезпечує підвищення продуктивності праці, порівняно з оранкою на 20-25%, зменшення витрати ПММ на 30% та зберігає родючість ґрунту. Під сою та кукурудзу у сівозміні проводили оранку на 20-30 см, а під зернові колосові та ріпак озимий – мілкий і поверхневий дисковий обробіток з метою здрібнення листостеблової маси та створення розпушеного мульчованого шару ґрунту, який сприяє накопиченню вологи та її зберігання в орному і кореневмісному шарах.	Зерно-просапні 4-пільні сівозміни на зрошенні в ДП ДГ "Асканійське". Перша сівозміна з питомою вагою кукурудзи 50%, друга сівозміна з питомою вагою сої 50%. Загальна площа зрошуваних земель під виробничим впровадженням 500,0 га. Результати обліку врожаю сільськогосподарських культур сівозмін у цьому році свідчать про те, що заміна оранки на глибину від 20 до 30 см) мілким дисковим обробітком забезпечили врожайність пшениці озимої на рівні 6,0 т/га, кукурудзи – 13,0-14,5, сої – 3,0-3,5 т/га.	Економія прямих експлуатаційних витрат в розрахунку на загальну площу складала 16,0 тис.грн. Найвищу продуктивність 1 га сівозмінної площі – 138,1-178,7 ГДж валової енергії забезпечила сівозміна № 1 з 50 % насиченістю кукурудзою, в той час як у сівозмін з 50% насиченістю соєю продуктивність складала 107,1-125,9 ГДж залежно від основного обробітку ґрунту. Додатковий прибуток склав 650 тис грн Зняття витрат на транспортування та доробку додатково вирощеного врожаю (7%) в сумі 45,5 тис.грн та витрат на наукове забезпечення інноваційного провайдингу (20%) в сумі 130,0 тис.грн. дозволило одержати умовно чистий прибуток на 474,5 тис.грн вищий ніж у другій сівозміні

Даний акт у фінансових інтересах держави не приймає

Замовник: Директор ДП ДГ "Асканійське"

Виконавець: співробітники відділу зрошувального землеробства

Найдьорова В.О.

Малярчук М.П.

Котельников Д.І.

Малярчук А.С.

Козирев В.В.

Марковська О.С.



## Додаток А.8

**Акт  
впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація): **Марковська Олена Євгеніївна  
(Інститут зрошуваного землеробства НААН)**

**Назва розробки: Диференційовані системи обробітку ґрунту для  
зрошуваних сівозмін ДП «ДГ «Каховське» ІЗЗ НААН з використанням  
багатофакторних моделей, спрямованих на зниження ресурсних витрат  
та підвищення економічної ефективності**

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Протягом 2015-2017 рр. в ДП «ДГ «Каховське» Інституту зрошуваного землеробства НААН впроваджували розробки к.с.-г.н., с.н.с. О. Є. Марковської, які автор одержала в польових дослідях Інституту зрошуваного землеробства НААН. Формування сівозмін проводилось з використанням програми AquaCrop, застосовували диференційовану систему основного обробітку ґрунту, органо-мінеральні системи удобрення, інтегрований захист рослин, проводили нормування витрат агроресурсів з використанням математичних моделей автора	Площа, га: 375
	Урожайність в контролі (зернових одиниць), т/га: 5,78-6,34.
	Урожайність при впровадженні розробки (зернових одиниць), т/га: 7,59-12,91.
	Економічний ефект від впровадження: за використання розробки чистий прибуток підвищився на 5,85-8,71 тис. грн/га; рентабельність становила 72,8-95,0%
	Інші показники (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): енерговитрати на обробіток ґрунту зменшилися на 12,8-22,5%, окупність мінеральних добрив підвищилася на 6,8-9,2%.

Акт участі у фінансових операціях не приймає.

**Представник господарства:**

Директор ДП «ДГ «Каховське»

Інституту зрошуваного землеробства НААН

Проценко Володимир Вікторович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)



М.П.

Представник автора розробки:

В.о. завідувача кафедри ботаніки та

захисту рослин ДВНЗ «Херсонський

державний аграрний університет»

кандидат с.-г. наук, с.н.с.

Марковська Олена Євгеніївна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

## Додаток А.9

## АКТ

впровадження результатів ПНД "Механізація і електрифікація" Інституту зрошувального землеробства НААН за темою "Розробити ресурсощадні технології систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях" в ДП ДГ "Асканійське" Каховського району Херсонської області у 2016 році.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
Система основного обробітку в ланці плодозмінної сівозміни за якої глибока оранка під просянці культури чергується з ротації сівозміни з мілким безполіцевим розпушуванням під зернові колосові і сівою в необроблений ґрунт травосумішок на з/к в післяжнивних посівах	Під зернові колосові застосовували важку дискову борону БДВП-4,2, яка за один прохід здригнувала листостеблову масу, створювала добре розпушений мульчований шар ґрунту, що забезпечувало накопичення вологи від атмосферних опадів, поливної води та її зберігання в орному та кореневмісному шарах. Під сою та кукурудзу у сівозміні проводиться оранка на глибину від 20-22 до 28-30 см. Комплекс комбінованих ґрунтообробних знарядь поліцевого, дискового та чизельного типів забезпечує підвищення продуктивності праці, порівняно з оранкою на 15-20%, зменшення витрат ПММ на 10-15% та сприяє покращанню родючості ґрунтів.	Плодозмінні сівозміни на зрошенні в ДП ДГ "Асканійське" площа 2,0 тис.га з яких соя вирощувалася на площі 500 га кукурудза – 500 і ячмінь 500 га, ріпак озимий – 500 га Результати обліку врожаю сільськогосподарських культур сівозмін у цьому році свідчать про те, що заміна оранки на глибину від 20 до 30 см мілким дисковим обробітком забезпечує врожайність кукурудзи – 13,0-14,5, сої – 4,0-4,5, ячміню озимого 5,5-6,0 та ріпаку озимого 2,8-3,0 т/га	Економія прямих експлуатаційних витрат в розрахунку на загальну площу складала 100,0 тис. грн. Найвищу продуктивність 1 га сівозмінної площі – 116,0-118,0 ГДж валової енергії забезпечили сільськогосподарські культури за різноглибинної та диференційованої систем основного обробітку ґрунту Додатковий прибуток склав 500 тис грн Зняття витрат на транспортування та доробку додатково вирощеного врожаю (7%) в сумі 35,0 тис.грн та витрат на наукове забезпечення інноваційного провайдингу (20%) в сумі 100,0 тис.грн. дозволило одержати умовно чистий прибуток 465,0 тис грн.

Даний акт у фінансових інтересах укладено і підписано

Замовник: Директор ДП ДГ "Асканійське"

Виконавець: співробітники ІЗЗ НААН

Найльонов В.Г.

Писаренко П.В.

Малярчук М.П.

Гомницький А.В.

Малярчук А.С.

Лужанський І.Ю.

Марковська О.С.

## Додаток А.10

## АКТ

впровадження результатів ПНД 33 "Механізація і електрифікація" Інституту зрошуваного землеробства НААН за темою "Дослідити системи основного обробітку ґрунту і технічні засоби для їх реалізації в зрошуваних сівозмінах з різним рівнем насичення зерновими та технічними культурами" в ДП ДГ "Асканійське" Каховської області у 2017 році.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
Диференційована система основного обробітку в сівозмінах короткої ротації з різним насиченням зерновими та технічними культурами за якої глибока оранка під просяпні культури чергується протягом ротації сівозміни з мілким безпліцевим розпушуванням під зернові колосові.	Обробіток ґрунту знаряддями різного типу в диференційованих системах основного обробітку забезпечує підвищення продуктивності праці, порівняно з оранкою на 20-25%, зменшення витрати ПММ на 30% та забезпечує збереження родючості ґрунту. Під сою та кукурудзу у сівозміні проводили оранку на 28-30 см, а під зернові колосові та ріпак озимий – мілкий і поверхневий дисковий обробіток з метою здрібнення листостеблової маси та створення розпушеного мульчованого шару ґрунту, який сприяє накопиченню вологи та її зберігання в орному і кореневмісному шарах.	Зерно-просапні 4-пільні сівозміни на зрошенні в ДП ДГ "Асканійське". Перша сівозміна з питомою вагою кукурудзи 50%, друга сівозміна з питомою вагою сої 50%. Загальна площа зрошуваних земель під виробничим впровадженням 800,0 га. Результати обліку врожаю сільськогосподарських культур сівозмін у цьому році свідчать про те, що заміна оранки мілким дисковим обробітком забезпечили врожайність пшениці озимої на рівні 46 ц/га, кукурудзи – 14,3-14,5 сої – 2,8-3,2 ц/га.	Економія прямих експлуатаційних витрат в розрахунку на загальну площу складала 44,80 тис.грн. Найвищу продуктивність 1 га сівозмінної площі – 102-104 ГДж валової енергії забезпечила сівозміна № 1 з 50 % насиченістю кукурудзою, в той час як у сівозмін з 50% насиченістю соєю продуктивність складала 87,0-94,0 ГДж залежно від основного обробітку ґрунту. Додатковий прибуток склав 850 тис грн. Зняття витрат на транспортування та доробку додатково вирощеного врожаю (7%) в сумі 45,5 тис.грн та витрат на наукове забезпечення інноваційного провайдингу (20%) в сумі 160,0 тис.грн. дозволило одержати умовно чистий прибуток на 535,5 тис.грн вищий ніж у другій сівозміні

Даний акт уfinansований за рахунок коштів підприємства

Замовник: Директор ДП ДГ "Асканійське"

Виконавець: співробітники відділу зрошуваного землеробства

Найдьонов В.Г.

Писаренко П.В.

Малярчук М.П.

Малярчук А.С.

Дужанський І.Ю.

Гомницький А.В.

Марковська О.Є.



## Додаток А.11

## АКТ

впровадження результатів ПНД 45 «Наукові основи формування систем землеробства на зрошуваних землях» („Зрошуване землеробство”) Інституту зрошувального землеробства НААН за темою **“Розробити і впровадити водозберігаючі, ґрунтоохоронні економічно виправдані технології вирощування сільськогосподарських культур в польових сівозмінах на неполивних і зрошуваних землях.”** в ДП ДГ “Асканійське” Асканійської ДСДС ІЗЗ НААН Каховського району Херсонської області у 2018 р.

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
Сівозміни, системи основного обробітку, удобрення та режими зрошення с.-г культур, зрошуваних земля що забезпечують високу прибутковість виробництва збереження родючості ґрунтів.	Розроблено систему сівозмін, що відповідає напрямку спеціалізації господарства. З метою створення міцної кормової бази запропоновано зернотрав'янопроросанні сівозміни з питомою вагою багаторічних трав 37,5 %, пшениці озимої 25, кукурудзи 25 та кормових коренеплодів 12,5% з продуктивністю 115 ц/га к.од при базовій – 95,0 ц/га к.од. З метою збільшення виробництва товарного продовольчого та кормового зерна запропоновано 4-5 -пільні сівозміни з 75% насиченням зерновими та 25% технічними культурами з продуктивністю 130 ц/га к.од при базовій - 120 ц/га к.од.	Зрошувані землі ДП ДГ “Асканійське”. Площа, на якій запроваджено систему сівозмін, основного обробітку, удобрення та режимів зрошення складала 2,1 тис.га. Комплекс запроваджених заходів дозволив скоротити затрати праці в розрахунку на гектар сівозміної площі на 0,2 люд. год, витрати пального на 25%. В цілому витрати коштів на 1 га скоротилися на 620 грн при загальних витратах до запровадження розробки 5875 грн/га тобто зниження досягло 10,5%.	За рахунок впровадження науково-обґрунтованої системи агрозаходів економія витрат в розрахунку на загальну площу зрошуваних земель склала 1,8 тис.грн. Додатковий прибуток за рахунок підвищення продуктивності сільськогосподарських культур в сівозмінах від запровадження удосконалених систем основного обробітку ґрунту, режимів зрошення, систем удобрення та захисту рослин від шкідливих організмів склав 5890,0 тис. грн. Сумарний розрахунковий дохід з врахуванням економії матеріальних, трудових і енергетичних ресурсів досяг 8900,0 тис грн. Зняття витрат на транспортування та доробку додатково вирощеного врожаю (7%) в сумі 623,0 тис.грн. та витрат на наукове забезпечення інноваційного провайдингу (20%) в сумі 1780 тис. грн. дозволило одержати умовно чистий прибуток на рівні 6497,0 тис.грн.

Даний акт у фінансових операціях учасці не приймає

Замовник: в.о. директора ДП ДГ “Асканійське”

Виконавець: ІЗЗ НААН,  
співробітники відділу зрошувального землеробства

Найдионов В.Г.

Писаренко П.В.  
Малярчук М.П.  
Малярчук А.С.  
Марковська О.Є.  
Лужанський І.Ю.



## Додаток А.12

## АКТ

впровадження результатів ПНД 4 «Енергоощадні технологічні процеси і техніка», Інститутом зрошувального землеробства НААН в ДП ДГ «Асканійське» Каховського району Херсонської області у 2018 році за темою **”Розробити ресурсоощадні технології систем основного обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях”**

Назва розробки	Технічна характеристика роботи	Місце і об'єм впровадження	Економічна ефективність
Система основного обробітку в ланці плодозмінної сівозміни на зрошенні під просапні культури за якої глибока оранка чергується протягом ротації сівозміни з малим безпліцевим розпушуванням під зернові колосові і сівою в необроблений ґрунт травосумішок на з/к в післяжнивних посівах	Під зернові колосові застосовували важку дискову борону БДВП-4,2, яка за один прохід здригнувала листостеблову масу, створювала добре розпушений мульчований шар ґрунту, що забезпечувало накопичення вологи від атмосферних опадів, поливної води та її зберігання в орному та кореневмісному шарах. Під сою та кукурудзу у сівозміні проводиться оранка на глибину від 20-22 до 28-30 см. Комплекс комбінованих ґрунтообробних знарядь полицевого, дискового та чизельного типів забезпечує підвищення продуктивності праці, порівняно з оранкою на 15-20%, зменшення витрат ПММ на 10-15% та сприяє покращанню родючості ґрунтів.	Плодозмінні сівозміни на зрошенні в ДП ДГ “Асканійське” площа 2,0 тис.га з яких соя вирощувалася на площі 500 га кукурудза – 500 і ячмінь 500 га, ріпак озимий – 500 га Результати обліку врожаю сільськогосподарських культур сівозмін у цьому році свідчать про те, що заміна оранки на глибину від 20 до 30 см мілким дисковим обробітком забезпечили врожайність кукурудзи – 13,0-14,5, сої – 4,0-4,5, ячменю озимого 5,5-6,0 та ріпаку озимого – 2,8-3,0 т/га	Економія прямих експлуатаційних витрат в розрахунку на загальну площу складала 100,0 тис. грн. Найвищу продуктивність 1 га сівозмінної площі – 116,0-118,0 ГДж валової енергії забезпечили сільськогосподарські культури за різноглибинної та диференційованої систем основного обробітку ґрунту Додатковий прибуток склав 500 тис грн Зняття витрат на транспортування та доробку додатково вирощеного врожаю (7%) в сумі 35,0 тис.грн та витрат на наукове забезпечення інноваційного провайдингу (20%) в сумі 100,0 тис.грн. дозволило одержати умовно чистий прибуток 465,0 тис грн.

Даний акт у фінансових записках приймає

Найдионов В.Г.

Замовник: в.о. директора ДП ДГ “Асканійське”

Виконавець: співробітники ІЗЗ НААН

Писаренко П.В

Малярчук М.П.

Гомницький А.В.

Малярчук А.С.

Лужанський І.Ю

Марковська О.Є.



## Додаток Б.1

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2005 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	3,2	1,6	92,7	3,2	94,7
	II	2,0	16,5	82,4	4,1	74,1
	III	-9,0	50,8	79,4	2,9	78,5
За місяць		-1,3	68,9	84,8	3,4	82,5
Лютий	I	-6,5	3,3	84,2	4,4	50,4
	II	-8,1	5,1	75,3	2,6	50,2
	III	3,3	46,4	92,7	3,7	97,6
За місяць		-3,8	54,8	84,1	3,6	66,1
Березень	I	-0,9	52,4	82,2	3,0	69,8
	II	-0,7	6,4	78,3	4,0	68,8
	III	2,9	10,5	68,3	2,8	68,9
За місяць		0,5	69,3	76,3	3,3	69,2
Квітень	I	4,2	4,0	63,2	2,7	51,1
	II	9,5	0,0	59,1	3,0	39,0
	III	13,3	17,3	68,1	2,3	72,6
За місяць		9,0	21,3	63,5	2,7	54,2
Травень	I	12,1	6,4	65,4	2,3	65,4
	II	13,3	17,8	74,2	1,8	65,6
	III	19,5	0,0	58,7	2,3	48,7
За місяць		15,0	24,2	66,1	2,1	59,9
Червень	I	21,7	22,9	60,5	2,4	48,4
	II	19,7	29,0	66,4	2,6	60,8
	III	19,3	38,0	68,8	2,5	65,4
За місяць		20,2	89,9	65,2	2,5	58,2
Липень	I	21,5	12,5	64,6	2,8	55,1
	II	21,5	0,0	64,4	2,3	56,2
	III	24,0	30,5	61,5	1,9	50,8
За місяць		22,3	43,0	63,5	2,3	54,0
Серпень	I	27,0	0,0	61,5	2,0	24,5
	II	22,5	75,0	71,5	1,9	46,3
	III	22,7	0,6	63,7	2,2	44,3
За місяць		24,1	75,6	65,6	2,0	38,4
Вересень	I	18,9	0,0	58,7	2,3	35,2
	II	21,5	0,0	58,3	2,4	27,9
	III	18,2	4,8	57,4	3,3	54,7
За місяць		19,5	4,8	58,2	2,7	39,3
Жовтень	I	15,7	4,0	56,3	2,5	14,2
	II	10,1	2,2	77,4	2,6	57,8
	III	8,9	11,3	76,9	3,3	68,3
За місяць		11,6	17,5	70,2	2,8	46,8
Листопад	I	6,3	30,4	85,5	2,5	70,0
	II	4,8	9,9	88,4	2,9	88,5
	III	2,6	19,6	89,1	2,3	61,7
За місяць		4,6	59,9	87,7	2,6	73,4
Грудень	I	5,5	56,3	94,3	3,1	91,5
	II	0,1	6,9	85,9	1,9	80,9
	III	0,2	55,8	90,7	2,7	91,3
За місяць		1,9	119,0	90,3	2,6	87,9
За рік		10,3	648,2	72,9	2,7	60,8



## Додаток Б.2

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2006 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	0,3	2,6	91,2	3,6	85,9
	II	-3,8	4,3	86,9	4,3	82,3
	III	-14,3	23,6	82,5	3,6	85,1
За місяць		-5,9	30,5	86,9	3,8	84,5
Лютий	I	-4,6	5,8	75,9	2,9	40,5
	II	-9,8	7,8	77,0	2,6	61,0
	III	2,7	8,7	84,7	2,7	50,3
За місяць		-3,9	22,3	79,2	2,7	50,6
Березень	I	0,7	41,0	87,7	4,9	84,7
	II	2,2	25,0	84,6	2,9	74,8
	III	5,7	22,0	85,8	3,0	78,1
За місяць		2,9	88,0	86,0	3,6	79,2
Квітень	I	9,5	3,5	69,4	2,3	49,9
	II	11,2	7,0	80,3	2,3	71,8
	III	11,0	0,4	56,8	3,3	55,4
За місяць		10,6	10,9	68,8	2,6	59,0
Травень	I	11,4	28,3	62,6	3,2	41,1
	II	16,8	27,7	74,4	2,0	61,1
	III	19,0	9,8	70,6	2,3	62,0
За місяць		15,7	65,8	69,2	2,5	54,7
Червень	I	19,8	0,4	63,2	3,0	51,0
	II	19,6	13,2	66,8	2,0	66,5
	III	24,9	56,1	67,7	2,1	50,2
За місяць		21,5	69,7	65,9	2,4	55,9
Липень	I	21,5	0,0	55,7	3,4	29,2
	II	22,4	3,3	58,3	2,9	63,3
	III	23,5	3,0	53,7	2,0	22,8
За місяць		22,5	6,3	55,9	2,8	38,4
Серпень	I	25,8	0,0	61,4	1,9	29,0
	II	25,1	1,2	51,9	2,2	17,5
	III	19,8	41,0	65,2	1,9	33,1
За місяць		23,6	42,2	59,5	2,0	26,5
Вересень	I	17,4	14,4	76,7	2,5	57,4
	II	17,9	0,3	58,5	1,8	24,8
	III	18,3	13,6	63,5	2,4	74,0
За місяць		17,9	28,3	66,2	2,2	52,1
Жовтень	I	14,0	0,3	77,6	2,4	45,5
	II	8,5	0,3	73,2	2,5	47,8
	III	7,2	5,7	85,6	2,3	75,7
За місяць		9,9	6,3	78,8	2,4	56,3
Листопад	I	5,0	27,6	88,0	2,1	83,4
	II	5,2	0,3	81,2	2,2	58,8
	III	5,9	7,2	95,9	1,9	90,7
За місяць		5,4	35,1	88,4	2,1	77,6
Грудень	I	3,9	0,0	90,8	2,2	90,2
	II	2,5	0,7	87,8	2,3	82,9
	III	1,0	2,7	85,9	3,1	54,5
За місяць		2,5	3,4	88,2	2,5	75,9
За рік		10,2	408,8	74,4	2,6	59,2

## Додаток Б.3

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2007 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	2,7	47,1	90,6	2,1	87,5
	II	5,1	7,1	83,2	3,7	72,8
	III	5,0	17,2	83,5	3,7	67,3
За місяць		4,3	71,4	85,7	3,2	75,9
Лютий	I	-2,3	5,5	78,2	2,9	67,0
	II	5,6	13,1	89,8	2,8	79,3
	III	-4,7	20,0	72,1	3,5	53,8
За місяць		-0,4	38,6	80,0	3,1	66,7
Березень	I	1,8	18,2	87,1	2,1	88,1
	II	5,0	2,0	70,0	4,0	47,5
	III	7,8	0,8	56,2	5,0	48,0
За місяць		4,8	21,0	71,1	3,7	61,2
Квітень	I	8,2	4,5	62,2	2,5	45,4
	II	8,5	0,0	58,2	2,4	61,8
	III	10,0	1,0	60,0	2,1	56,7
За місяць		8,9	5,5	60,2	2,3	54,6
Травень	I	12,1	32,8	62,0	2,6	62,1
	II	18,0	1,1	57,8	2,0	28,0
	III	24,6	0,0	58,9	1,3	43,2
За місяць		18,3	33,9	59,6	2,0	44,4
Червень	I	23,0	5,0	56,2	2,1	38,0
	II	24,5	3,0	53,6	2,3	48,4
	III	23,8	10,8	58,4	3,3	54,3
За місяць		23,8	18,8	56,1	2,6	46,9
Липень	I	22,2	42,4	60,5	2,3	34,9
	II	24,7	0,0	52,2	2,7	21,6
	III	27,8	56,0	48,3	2,3	17,3
За місяць		24,9	98,4	53,7	2,4	24,6
Серпень	I	25,4	13,0	51,7	3,7	31,1
	II	24,7	18,4	65,3	2,1	39,8
	III	27,8	0,0	46,5	2,6	23,5
За місяць		26,0	31,4	54,5	2,8	31,5
Вересень	I	20,2	34,2	66,3	2,3	63,8
	II	16,6	10,5	67,9	3,0	44,7
	III	15,5	17,4	82,6	3,2	56,6
За місяць		17,4	62,1	72,2	2,8	55,0
Жовтень	I	15,8	8,1	70,3	1,9	37,9
	II	10,6	30,4	73,5	2,3	40,6
	III	11,2	31,1	84,9	3,3	86,2
За місяць		12,5	69,6	76,2	2,5	54,9
Листопад	I	4,2	11,1	83,8	3,0	70,0
	II	2,7	78,7	85,1	3,2	57,2
	III	2,4	21,6	83,7	3,1	60,1
За місяць		3,1	111,4	84,2	3,1	62,4
Грудень	I	3,8	2,9	85,5	3,7	95,9
	II	-1,1	19,3	89,8	4,0	99,4
	III	-0,8	0,0	89,0	2,4	98,5
За місяць		0,7	22,2	88,1	3,4	97,9
За рік		12,0	584,3	70,1	2,8	56,3

## Додаток Б.4

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2008 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	2,7	47,1	90,6	4,0	87,5
	II	-7,7	0,7	75,4	2,5	72,8
	III	-3,6	6,7	82,5	3,3	67,3
За місяць		-2,9	54,5	82,8	3,3	75,9
Лютий	I	0,9	14,8	85,3	3,1	67,0
	II	0,5	0,7	89,8	3,7	79,3
	III	-3,6	6,7	78,8	2,8	53,8
За місяць		-0,7	22,2	84,6	3,2	66,7
Березень	I	4,6	4,4	75,7	2,9	88,1
	II	5,7	3,9	80,1	3,2	47,5
	III	6,8	28,4	79,1	4,0	48,0
За місяць		5,7	36,7	78,3	3,4	61,2
Квітень	I	7,0	22,4	72,8	2,4	45,4
	II	9,5	46,0	89,1	3,0	61,8
	III	12,8	4,2	74,3	3,4	56,7
За місяць		9,7	72,6	78,7	2,9	54,6
Травень	I	12,3	47,6	74,0	2,5	62,1
	II	11,9	13,3	75,0	2,5	28,0
	III	17,7	6,2	69,2	2,7	43,2
За місяць		13,9	67,1	72,8	2,6	44,4
Червень	I	15,8	13,4	68,3	2,3	38,0
	II	20,9	0,0	58,5	1,8	48,4
	III	21,2	48,9	72,7	2,6	54,3
За місяць		19,3	62,3	66,5	2,2	46,9
Липень	I	22,7	7,0	58,0	2,7	34,9
	II	22,1	75,3	66,4	2,2	21,6
	III	24,9	49,8	65,3	2,3	17,3
За місяць		23,2	132,1	63,2	2,4	24,6
Серпень	I	22,0	5,0	59,4	2,1	31,1
	II	26,5	0,0	51,5	2,3	39,8
	III	24,9	0,6	48,0	2,6	23,5
За місяць		24,5	5,6	53,0	2,3	31,5
Вересень	I	21,2	0,6	47,2	2,0	63,8
	II	14,6	99,2	77,7	2,5	46,2
	III	13,4	22,7	78,9	2,3	64,4
За місяць		16,4	122,5	67,9	2,3	58,1
Жовтень	I	14,8	48,3	84,3	1,9	62,5
	II	12,3	1,4	80,4	2,1	49,1
	III	9,2	0,0	81,8	1,7	42,2
За місяць		12,1	49,7	82,2	1,9	51,3
Листопад	I	7,8	0,0	83,0	1,7	58,1
	II	4,3	0,0	81,8	1,9	62,8
	III	4,9	40,6	82,1	2,9	72,6
За місяць		5,7	40,6	82,3	2,2	64,5
Грудень	I	7,8	1,1	85,7	2,7	83,8
	II	-1,6	1,0	84,1	3,8	81,5
	III	-3,6	2,1	87,6	3,0	89,6
За місяць		0,9	4,2	85,8	3,2	85,0
За рік		10,7	670,1	74,8	2,7	55,4

## Додаток Б.5

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2009 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	-4,1	1,6	87,3	2,7	64,6
	II	-2,0	11,8	85,7	2,7	68,2
	III	1,5	14,6	93,2	3,6	89,6
За місяць		-1,5	28,0	88,7	3,0	74,1
Лютий	I	2,5	10,9	92,1	3,1	97,5
	II	4,6	63,2	85,5	3,7	89,2
	III	-1,1	7,6	80,0	3,0	81,1
За місяць		2,0	81,7	85,8	3,3	89,3
Березень	I	0,7	6,0	79,3	3,8	61,3
	II	4,6	11,0	80,2	2,6	87,5
	III	4,1	16,0	75,8	2,4	72,0
За місяць		3,1	33,0	78,4	2,9	73,6
Квітень	I	10,0	0,4	61,5	2,6	40,7
	II	8,9	1,0	53,7	3,3	37,5
	III	10,8	0,4	43,9	2,5	24,9
За місяць		9,9	1,8	53,0	2,8	34,4
Травень	I	12,8	66,8	78,3	2,1	70,3
	II	15,3	46,9	72,5	2,3	59,3
	III	18,2	3,0	62,0	2,3	41,9
За місяць		15,4	116,7	70,9	2,2	57,2
Червень	I	20,5	0,5	62,9	1,9	55,5
	II	21,7	8,0	58,4	2,0	50,5
	III	24,2	114,0	59,8	2,0	41,8
За місяць		22,1	122,5	60,4	2,0	49,3
Липень	I	24,4	2,5	58,5	2,1	48,8
	II	24,7	19,0	64,5	2,9	65,7
	III	24,2	0,0	59,0	2,8	38,5
За місяць		24,5	21,5	60,7	2,6	51,0
Серпень	I	23,5	3,0	57,5	2,7	50,1
	II	21,4	0,0	47,1	2,2	27,4
	III	20,7	0,0	49,9	2,5	24,3
За місяць		21,9	3,0	51,5	2,5	33,9
Вересень	I	19,2	22,5	68,7	2,8	54,0
	II	20,3	5,7	55,6	2,6	37,3
	III	16,0	0,0	57,3	2,2	27,3
За місяць		18,5	28,2	60,5	2,5	39,5
Жовтень	I	14,2	38,2	77,6	2,1	68,5
	II	13,1	29,3	83,8	2,2	80,1
	III	10,2	1,4	84,3	1,8	60,4
За місяць		12,5	68,9	81,9	2,3	69,7
Листопад	I	4,3	2,9	83,8	3,2	83,9
	II	7,8	44,1	87,0	2,3	83,2
	III	7,7	2,8	91,5	1,5	84,2
За місяць		6,6	49,8	87,4	2,3	83,8
Грудень	I	4,6	2,2	92,9	3,0	97,9
	II	-4,8	67,8	89,5	4,6	93,2
	III	2,1	41,3	87,1	3,0	75,5
За місяць		0,6	111,3	89,8	3,5	88,8
За рік		11,3	666,4	72,4	2,6	62,0

## Додаток Б.6

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2010 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	-0,8	9,6	90,0	3,8	64,6
	II	0,6	28,9	93,2	4,0	68,2
	III	-10,9	50,4	80,9	3,7	89,6
За місяць		-3,7	88,9	88,0	3,8	74,1
Лютий	I	-4,0	47,4	88,0	4,9	97,5
	II	-0,3	60,2	91,6	3,2	89,2
	III	2,2	4,1	85,9	2,6	81,1
За місяць		-0,7	111,7	88,5	3,6	89,3
Березень	I	0,6	16,4	86,1	3,1	61,3
	II	0,5	10,3	76,1	2,8	87,5
	III	7,4	0,0	70,8	1,9	72,0
За місяць		2,8	26,7	77,7	2,6	73,6
Квітень	I	10,4	3,7	68,4	2,5	40,7
	II	9,6	7,8	71,0	1,6	37,5
	III	11,6	1,8	54,8	1,5	24,9
За місяць		10,5	13,3	64,8	1,9	34,4
Травень	I	16,9	0,0	57,9	1,3	70,3
	II	17,1	18,8	74,0	0,9	59,3
	III	18,0	72,6	80,1	1,4	41,9
За місяць		17,3	91,4	70,7	1,2	57,2
Червень	I	21,8	5,3	63,5	2,2	55,5
	II	24,3	17,0	59,2	1,9	50,5
	III	21,4	69,9	81,0	1,8	41,8
За місяць		22,5	92,2	67,9	2,0	49,3
Липень	I	23,0	53,0	75,2	1,5	48,8
	II	25,0	14,2	71,3	2,0	65,7
	III	25,7	0,0	64,1	1,6	38,5
За місяць		24,5	67,2	70,2	1,7	51,0
Серпень	I	29,3	14,0	53,6	1,5	50,1
	II	27,6	11,0	51,0	2,6	27,4
	III	21,9	7,0	59,2	2,2	24,3
За місяць		26,3	32,0	54,6	2,1	33,9
Вересень	I	17,2	27,1	69,3	2,9	54,0
	II	19,2	0,8	60,6	2,4	37,3
	III	17,3	42,0	69,9	2,2	27,3
За місяць		17,9	69,9	66,6	2,5	39,5
Жовтень	I	7,8	153,9	79,9	3,7	68,5
	II	8,9	47,2	79,9	1,6	80,1
	III	7,0	23,3	80,0	1,3	60,4
За місяць		7,9	224,4	79,9	2,2	69,7
Листопад	I	11,9	0,0	76,7	2,3	83,9
	II	12,0	4,9	86,9	1,9	60,7
	III	7,6	67,2	87,0	3,6	77,7
За місяць		10,5	72,1	83,6	2,6	74,1
Грудень	I	3,6	19,0	89,4	4,5	85,0
	II	-2,4	61,4	87,0	3,1	78,6
	III	3,3	18,2	87,8	2,2	64,4
За місяць		1,5	98,6	88,0	3,3	76,0
За рік		11,4	988,4	75,0	2,5	60,2

## Додаток Б.7

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2011 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	-2,6	3,0	88,5	2,9	64,6
	II	1,2	9,3	93,6	2,6	68,2
	III	-5,8	25,1	88,6	2,3	89,6
За місяць		-2,4	37,4	90,2	2,6	74,1
Лютий	I	-0,6	3,3	85,2	3,5	97,5
	II	-4,9	13,0	72,1	4,4	89,2
	III	-6,3	2,0	78,3	5,0	81,1
За місяць		-3,9	18,3	78,5	4,3	89,3
Березень	I	-2,8	1,3	76,5	4,6	61,3
	II	2,9	1,0	75,1	3,4	87,5
	III	5,0	2,5	72,6	3,6	77,1
За місяць		1,7	4,8	74,7	3,9	75,3
Квітень	I	8,3	29,2	72,3	5,3	69,0
	II	7,4	27,4	74,3	2,3	69,5
	III	12,6	0,0	48,8	2,2	26,1
За місяць		9,4	56,6	65,1	3,3	54,9
Травень	I	12,5	30,0	75,0	2,1	64,3
	II	16,4	2,6	67,3	1,9	38,4
	III	20,2	13,0	60,3	2,2	45,8
За місяць		16,4	45,6	67,5	2,1	49,5
Червень	I	22,8	1,0	53,5	2,0	35,5
	II	21,3	46,5	71,1	1,8	55,6
	III	20,6	30,1	69,8	1,6	56,8
За місяць		21,6	77,6	64,8	1,8	49,3
Липень	I	20,3	1,0	72,8	1,9	51,7
	II	26,3	0,0	54,6	1,8	33,2
	III	26,3	13,0	60,6	2,5	33,3
За місяць		24,3	14,0	62,7	2,1	39,4
Серпень	I	22,3	1,8	56,6	2,3	29,0
	II	22,9	5,5	62,9	3,0	51,2
	III	21,8	0,0	50,2	2,3	21,8
За місяць		22,3	7,3	56,5	2,5	34,0
Вересень	I	19,8	17,0	58,5	1,9	46,6
	II	19,8	0,0	62,4	1,5	31,8
	III	16,4	9,0	55,6	2,4	22,0
За місяць		18,6	26,0	58,8	1,9	33,5
Жовтень	I	16,1	0,5	69,5	2,9	57,9
	II	8,2	7,5	72,9	3,3	66,2
	III	5,2	0,0	73,8	1,8	40,6
За місяць		9,8	8,0	72,0	2,7	54,9
Листопад	I	3,8	0,0	70,5	1,8	39,2
	II	1,2	1,1	71,5	2,0	71,5
	III	1,6	0,4	75,6	1,7	60,8
За місяць		2,2	1,5	72,5	1,8	57,2
Грудень	I	4,1	18,3	89,4	2,1	77,6
	II	5,7	32,3	89,2	2,4	86,0
	III	1,7	16,3	86,8	2,5	81,8
За місяць		3,8	66,9	88,5	2,3	81,8
За рік		10,3	364,0	71,0	2,6	57,8

## Додаток Б.8

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2012 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	4,0	48,3	90,5	2,6	83,5
	II	-1,6	14,1	85,6	2,4	67,7
	III	-5,9	47,3	82,4	5,7	72,1
За місяць		-1,2	109,7	86,1	3,6	74,4
Лютий	I	-13,3	0,0	71,4	4,7	36,9
	II	-8,7	23,7	83,4	2,4	63,4
	III	0,9	6,1	84,2	3,5	79,9
За місяць		-7,0	29,8	79,7	3,5	60,0
Березень	I	-2,5	17,8	85,2	2,7	75,1
	II	1,7	0,0	76,6	3,1	33,2
	III	7,0	4,9	71,9	3,5	58,5
За місяць		2,1	22,7	77,9	3,1	55,6
Квітень	I	8,9	16,7	77,7	2,5	62,3
	II	11,0	5,7	74,8	3,0	60,0
	III	17,1	0,0	60,5	2,1	43,0
За місяць		12,3	22,4	71,0	2,5	55,1
Травень	I	22,9	0,0	52,6	1,9	39,1
	II	21,2	4,4	59,2	2,5	50,9
	III	19,2	53,1	71,0	2,8	68,5
За місяць		21,1	57,5	60,9	2,4	52,8
Червень	I	20,2	11,0	67,9	2,0	52,1
	II	24,7	0,0	54,7	2,8	17,8
	III	25,0	3,3	51,9	2,4	38,2
За місяць		23,3	14,3	58,1	2,4	36,0
Липень	I	24,5	27,0	57,2	2,5	41,6
	II	25,5	48,0	56,1	2,3	38,5
	III	28,6	0,0	43,3	3,5	16,0
За місяць		26,2	75,0	52,2	2,8	32,0
Серпень	I	28,1	5,0	41,6	2,7	47,8
	II	21,7	64,0	63,7	2,7	53,5
	III	22,5	8,2	60,8	3,1	34,5
За місяць		24,1	77,2	55,3	2,8	45,3
Вересень	I	19,5	0,0	58,4	2,0	31,4
	II	18,4	0,0	57,7	2,0	27,4
	III	19,2	2,0	73,3	1,8	44,1
За місяць		19,0	2,0	63,2	1,9	34,3
Жовтень	I	18,2	5,1	65,1	2,6	48,9
	II	14,8	22,9	76,3	2,4	68,0
	III	12,8	7,7	80,8	3,2	55,0
За місяць		15,3	35,7	74,0	2,7	57,3
Листопад	I	10,1	15,5	85,8	2,0	64,2
	II	3,5	0,2	88,9	1,9	73,8
	III	5,4	0,2	85,3	2,6	92,7
За місяць		6,3	15,9	86,7	2,2	76,9
Грудень	I	5,3	10,6	86,0	3,5	93,3
	II	-2,0	13,4	85,0	5,7	92,3
	III	-3,7	20,9	91,8	2,0	76,7
За місяць		-0,1	44,9	87,6	3,7	87,4
За рік		11,8	507,1	71,1	2,8	55,6

## Додаток Б.9

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2013 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	-1,2	11,3	90,4	3,2	81,9
	II	0,2	13,0	93,5	2,2	92,1
	III	-0,1	21,1	93,4	3,5	93,3
За місяць		-0,4	45,4	92,4	3,0	89,1
Лютий	I	3,9	14,5	89,9	2,0	85,9
	II	1,3	14,9	87,0	3,5	91,1
	III	1,3	0,0	75,9	3,4	62,4
За місяць		2,2	29,4	84,3	3,0	79,8
Березень	I	3,5	8,4	76,8	3,0	61,9
	II	4,2	22,9	75,8	4,0	75,7
	III	2,1	35,3	75,8	3,3	76,1
За місяць		3,2	66,5	76,1	3,4	71,2
Квітень	I	9,3	0,0	75,1	2,6	82,1
	II	10,7	4,0	65,1	3,6	58,9
	III	15,6	0,0	59,5	2,5	35,4
За місяць		11,9	4,0	66,6	2,9	58,8
Травень	I	20,0	0,0	53,4	2,3	13,9
	II	20,6	0,6	60,9	1,7	43,6
	III	21,4	0,0	60,4	2,4	48,4
За місяць		20,7	0,6	58,2	2,1	35,3
Червень	I	19,7	33,7	72,1	1,4	68,1
	II	23,6	39,4	56,9	3,1	41,4
	III	25,6	38,0	58,6	2,3	45,3
За місяць		23,0	111,1	62,5	2,3	51,6
Липень	I	23,7	55,4	66,8	2,4	51,7
	II	23,4	3,7	59,5	2,2	42,6
	III	22,4	0,0	53,5	2,1	42,6
За місяць		23,2	59,1	59,9	2,2	45,7
Серпень	I	24,6	0,0	48,6	2,2	33,8
	II	26,1	0,0	45,9	2,5	31,7
	III	22,1	13,0	59,7	1,6	56,3
За місяць		24,2	13,0	51,4	2,1	40,6
Вересень	I	16,6	6,0	63,2	2,3	56,2
	II	16,8	54,2	78,8	2,1	77,6
	III	11,8	16,0	72,3	2,8	72,2
За місяць		15,1	76,2	71,4	2,4	68,7
Жовтень	I	5,7	29,3	77,4	3,0	65,2
	II	11,4	62,0	84,1	2,2	56,1
	III	10,7	0,4	89,0	1,7	69,3
За місяць		9,3	91,7	83,5	2,3	63,5
Листопад	I	10,8	6,0	85,6	2,5	48,2
	II	5,8	0,8	85,9	2,3	79,6
	III	5,6	0,0	86,3	3,0	84,3
За місяць		7,4	6,8	85,9	2,6	70,7
Грудень	I	0,0	4,0	75,4	4,1	50,8
	II	-0,8	0,0	81,0	1,5	64,5
	III	2,0	0,0	90,7	2,7	86,2
За місяць		0,4	4,0	82,4	2,8	67,2
За рік		11,7	507,9	72,9	2,6	61,8



## Додаток Б.10

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2014 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	3,2	1,6	92,7	2,7	94,7
	II	2,0	16,5	82,4	3,3	74,1
	III	-9,0	50,8	79,4	5,9	78,5
За місяць		-1,3	68,9	84,8	4,0	82,5
Лютий	I	-5,6	7,2	85,2	1,8	51,8
	II	4,4	3,3	92,6	2,8	93,0
	III	1,6	6,9	86,5	3,2	85,1
За місяць		0,1	17,4	88,1	2,6	76,6
Березень	I	5,5	2,2	82,2	5,0	85,0
	II	7,8	5,6	60,3	4,1	52,1
	III	8,7	13,1	67,4	2,7	44,8
За місяць		7,3	20,9	70,0	3,9	60,6
Квітень	I	7,6	0,0	60,3	3,3	56,8
	II	12,3	31,2	73,5	2,5	80,6
	III	14,5	0,6	62,7	2,3	58,7
За місяць		11,5	31,8	65,5	2,7	65,4
Травень	I	13,7	44,4	75,2	2,4	59,7
	II	17,8	6,5	75,4	2,1	77,6
	III	22,1	0,0	61,3	1,9	62,2
За місяць		17,9	50,9	70,6	2,1	66,5
Червень	I	22,4	24,9	64,5	3,7	67,7
	II	20,0	53,0	58,7	2,4	70,2
	III	20,0	33,5	64,2	2,5	64,7
За місяць		20,8	111,4	62,5	2,9	67,5
Липень	I	23,5	0,0	52,7	2,2	37,3
	II	25,4	11,0	55,5	2,7	64,6
	III	26,1	10,0	48,7	2,7	40,0
За місяць		25,0	21,0	52,3	2,5	47,3
Серпень	I	27,8	18,2	44,3	2,0	50,6
	II	25,1	1,6	56,4	2,1	35,8
	III	21,0	9,0	56,1	2,3	36,2
За місяць		24,6	28,8	52,3	2,1	40,9
Вересень	I	23,0	0,8	49,1	3,4	41,5
	II	18,6	1,0	50,5	2,9	18,9
	III	13,7	69,8	70,1	3,4	52,3
За місяць		18,4	71,6	56,5	2,1	37,6
Жовтень	I	10,8	0,0	58,9	2,0	42,8
	II	11,8	31,8	74,3	2,2	39,1
	III	5,6	23,5	79,0	4,1	53,6
За місяць		9,4	55,3	70,8	3,2	45,2
Листопад	I	6,1	0,0	85,0	2,1	56,1
	II	5,3	11,3	93,5	4,0	86,8
	III	-1,7	17,1	86,9	3,8	80,7
За місяць		3,2	28,4	88,5	2,8	74,6
Грудень	I	-3,6	5,9	93,7	3,5	81,2
	II	3,6	7,1	95,3	2,3	86,9
	III	-0,6	26,0	86,8	4,2	69,1
За місяць		-0,2	39,0	91,9	3,3	79,0
За рік		11,4	545,4	71,2	3,0	62,0

## Додаток Б.11

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2015 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	-6,1	5,0	86,5	3,3	65,4
	II	2,1	28,8	92,6	2,2	75,9
	III	2,8	13,5	96,5	3,8	97,9
За місяць		-0,4	47,3	91,8	3,1	79,8
Лютий	I	1,7	74,1	88,8	4,0	84,5
	II	-2,2	0,9	81,2	3,3	48,7
	III	3,5	3,1	83,8	2,9	57,6
За місяць		1,0	78,1	84,6	3,4	63,6
Березень	I	3,5	17,0	79,5	2,4	58,3
	II	5,4	32,7	79,3	4,5	70,5
	III	6,3	29,1	75,4	2,8	63,1
За місяць		5,1	78,8	78,1	3,2	64,0
Квітень	I	5,5	77,0	82,3	4,3	64,6
	II	11,1	2,8	70,7	3,0	48,2
	III	11,0	16,3	72,2	2,1	43,3
За місяць		9,2	96,1	75,1	3,1	52,0
Травень	I	13,8	19,9	77,9	2,6	69,6
	II	17,3	2,4	61,7	2,2	50,9
	III	19,6	113,6	68,8	2,0	52,3
За місяць		16,9	135,9	69,5	2,3	57,6
Червень	I	21,2	7,3	61,9	3,0	31,6
	II	21,4	3,3	66,4	2,1	51,1
	III	20,1	42,7	72,9	3,4	70,5
За місяць		20,9	53,3	67,1	2,8	51,1
Липень	I	22,7	119,4	73,8	2,5	54,1
	II	20,9	24,8	66,5	2,4	34,6
	III	25,9	0,0	66,7	2,3	24,4
За місяць		23,2	144,2	69,0	2,4	37,7
Серпень	I	25,9	0,0	49,1	3,4	9,6
	II	24,1	12,5	53,0	3,2	63,8
	III	22,7	0,0	46,8	2,0	32,8
За місяць		24,2	12,5	49,6	2,9	35,4
Вересень	I	22,5	10,0	58,5	2,6	20,2
	II	19,2	0,0	54,1	2,1	28,6
	III	21,2	0,0	67,7	3,2	38,4
За місяць		20,9	10,0	60,1	2,6	29,1
Жовтень	I	13,0	0,4	60,0	2,2	45,4
	II	8,9	13,1	67,1	2,5	62,1
	III	6,7	21,2	81,9	2,3	56,2
За місяць		9,6	34,7	69,7	2,3	54,5
Листопад	I	6,4	7,8	84,4	2,4	61,4
	II	8,8	21,0	83,8	3,5	65,7
	III	6,7	27,8	91,3	4,1	96,5
За місяць		7,3	56,6	86,5	3,3	74,5
Грудень	I	2,7	2,6	87,8	3,4	70,8
	II	0,7	0,0	88,6	2,2	59,4
	III	3,1	0,0	83,3	3,5	57,5
За місяць		2,2	2,6	86,6	3,0	62,6
За рік		11,7	750,1	74,0	2,9	55,2

## Додаток Б.12

## Метеорологічні показники метеостанції м. Херсон за 2016 рік [13]

Місяць	Декада	Середня температура повітря, °С	Кількість атмосферних опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с	Загальна хмарність, %
Січень	I	-5,2	39,1	90,9	2,0	70,1
	II	-1,0	48,2	89,4	3,4	72,5
	III	-3,5	12,2	87,8	2,5	62,4
За місяць		-3,2	99,5	89,3	2,6	68,3
Лютий	I	2,2	19,4	87,4	3,4	64,8
	II	4,3	23,1	84,9	3,5	68,1
	III	6,3	1,9	84,4	2,9	81,8
За місяць		4,3	44,4	85,6	3,3	71,6
Березень	I	7,8	9,5	85,2	3,3	67,1
	II	4,3	0,3	71,3	4,0	74,6
	III	6,8	14,3	76,9	4,2	76,3
За місяць		6,3	24,1	77,8	3,8	72,7
Квітень	I	11,3	1,0	62,9	2,6	45,4
	II	14,3	64,4	77,5	3,8	70,6
	III	12,4	18,5	73,6	2,2	58,8
За місяць		12,6	83,9	71,3	2,9	58,3
Травень	I	14,5	13,3	71,8	1,9	63,3
	II	15,3	55,7	79,2	2,1	58,0
	III	18,5	34,4	77,1	1,7	61,9
За місяць		16,1	103,4	76,0	1,9	61,1
Червень	I	17,8	26,1	70,5	2,1	57,8
	II	21,9	25,0	74,5	1,6	59,9
	III	26,5	19,4	61,6	2,5	33,9
За місяць		22,0	70,5	68,9	2,1	50,5
Липень	I	22,4	30,9	61,3	2,3	45,6
	II	25,8	0,0	58,9	2,0	20,4
	III	25,0	25,0	54,3	1,7	34,7
За місяць		24,4	55,9	58,2	2,0	33,6
Серпень	I	26,0	1,2	55,4	2,9	23,6
	II	23,3	0,0	58,0	2,8	45,6
	III	24,7	44,5	62,1	2,9	57,1
За місяць		24,7	45,7	58,5	2,9	42,1
Вересень	I	21,9	0,0	56,7	1,3	9,1
	II	18,7	41,0	61,8	2,9	36,3
	III	13,2	0,1	71,3	2,2	60,8
За місяць		17,9	41,1	63,3	2,1	35,4
Жовтень	I	13,9	52,3	83,4	1,6	48,1
	II	6,3	60,0	81,8	3,3	65,2
	III	5,3	0,2	74,7	2,9	69,1
За місяць		8,5	112,5	80,0	2,6	60,8
Листопад	I	8,1	20,9	84,4	2,6	78,4
	II	2,9	37,0	90,0	3,9	83,5
	III	0,9	0,1	86,8	2,7	73,2
За місяць		4,0	58,0	87,1	3,1	78,4
Грудень	I	-0,2	26,6	83,3	3,7	64,3
	II	-1,7	7,1	86,2	3,5	79,6
	III	-1,8	6,2	89,8	2,7	71,2
За місяць		-1,2	39,9	86,4	3,3	71,7
За рік		11,4	778,9	75,2	2,7	58,7

## Додаток В.1

Щільність складення шару ґрунту 0- 40 см залежно від основного обробітку під пшеницю озиму сівозміни-1 на зрошенні, г/см<sup>3</sup>

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Обробіток під пшеницю, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
<b>2008 рік</b>							
На початку весняної вегетації							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,01	1,08	1,14	1,13	1,09
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,00	1,16	1,18	1,14	1,12
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,14	1,17	1,16	1,13	1,15
4	Диференційована-1	12-14 (д)	1,08	1,15	1,11	1,10	1,11
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,12	1,18	1,13	1,13	1,14
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,04							
Перед збиранням урожаю							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,09	1,09	1,17	1,16	1,13
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,06	1,19	1,26	1,24	1,19
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,07	1,21	1,24	1,17	1,17
4	Диференційована-1	12-14(д)	1,09	1,13	1,20	1,12	1,13
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,13	1,20	1,27	1,18	1,19
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,05							
<b>2009 рік</b>							
На початку весняної вегетації							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,22	1,25	1,28	1,27	1,26
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,23	1,27	1,29	1,30	1,27
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,24	1,29	1,31	1,31	1,29
4	Диференційована-1	12-14 (д)	1,22	1,26	1,28	1,31	1,27
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,23	1,29	1,29	1,30	1,28
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,08							
Перед збиранням урожаю							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,25	1,27	1,29	1,31	1,28
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,25	1,28	1,32	1,30	1,29
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,27	1,31	1,33	1,33	1,31
4	Диференційована-1	12-14(д)	1,24	1,28	1,30	1,31	1,28
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,25	1,29	1,30	1,32	1,29
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,07							

## Продовження додатку В.1

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Обробіток під пшеницю, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
<b>2010 рік</b>							
На початку весняної вегетації							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,21	1,25	1,27	1,32	1,26
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,24	1,30	1,31	1,30	1,29
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,23	1,28	1,33	1,33	1,29
4	Диференційована-1	12-14 (д)	1,21	1,29	1,30	1,32	1,28
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,22	1,31	1,32	1,31	1,29
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,05							
Перед збиранням урожаю							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	1,24	1,32	1,34	1,38	1,32
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	1,26	1,34	1,38	1,39	1,34
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	1,26	1,35	1,39	1,38	1,34
4	Диференційована-1	12-14(д)	1,25	1,33	1,38	1,38	1,33
5	Диференційована-2	8-10 (п)	1,26	1,33	1,35	1,37	1,33
НІР <sub>05</sub> , г/см <sup>3</sup> – 0,06							

## Додаток В.2

Пористість шару ґрунту 0 - 40 см залежно від основного обробітку під пшеницю озиму в сівозміні-1 на зрошенні, %

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Обробіток під пшеницю, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
<b>2008 рік</b>							
На початку весняної вегетації							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	61,3	58,6	56,3	56,7	58,2
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	61,7	55,6	54,8	56,3	57,1
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	56,3	55,2	55,6	56,7	55,9
4	Диференційована-1	12-14 (д)	58,6	55,9	57,5	57,8	57,4
5	Диференційована-2	8-10 (п)	57,1	54,8	56,7	56,7	56,3
НІР <sub>05</sub> , % – 2,1							
Перед збиранням врожаю							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	58,2	58,2	55,2	55,6	56,8
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	59,4	54,4	51,7	52,5	54,5
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	59,0	53,6	52,5	55,2	55,1
4	Диференційована-1	12-14(д)	58,2	56,7	54,0	57,1	56,5
5	Диференційована-2	8-10 (п)	56,7	54,0	51,3	54,8	54,2
НІР <sub>05</sub> , % – 2,4							
<b>2009 рік</b>							
На початку весняної вегетації							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	53,3	52,1	51,0	51,3	51,9
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	52,9	51,3	50,6	50,2	51,2
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	52,5	50,6	49,8	49,8	50,7
4	Диференційована-1	12-14 (д)	53,3	51,7	51,0	49,8	51,4
5	Диференційована-2	8-10 (п)	52,9	50,6	50,6	50,2	51,1
НІР <sub>05</sub> , % – 3,1							
Перед збиранням врожаю							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	52,1	51,3	50,6	49,8	51,0
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	52,1	51,0	49,4	50,2	50,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	51,3	49,8	49,0	49,0	49,8
4	Диференційована-1	12-14(д)	52,5	51,0	50,2	49,8	50,9
5	Диференційована-2	8-10 (п)	52,1	50,6	50,2	49,4	50,6
НІР <sub>05</sub> , % – 3,5							

## Продовження додатку В.2

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Обробіток під пшеницю, см	Шар ґрунту, см				
			0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
<b>2010 рік</b>							
На початку весняної вегетації							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	53,6	52,1	51,3	49,4	51,6
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	52,5	50,2	49,8	50,2	50,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	52,9	51,0	49,0	49,0	50,5
4	Диференційована-1	12-14 (д)	53,6	50,6	50,2	49,4	50,9
5	Диференційована-2	8-10 (п)	53,3	49,8	49,4	49,8	50,6
НІР <sub>05</sub> , % – 2,7							
Перед збиранням врожаю							
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	52,5	49,4	48,7	47,1	49,4
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	51,7	48,7	47,1	46,7	48,7
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	51,7	48,3	46,7	47,1	48,7
4	Диференційована-1	12-14(д)	52,1	49,0	47,1	47,1	49,0
5	Диференційована-2	8-10 (п)	51,7	49,0	48,3	47,5	49,0
НІР <sub>05</sub> , % – 2,9							

## Додаток В.3

Водопроникність темно-каштанового ґрунту залежно від способу і глибини  
основного обробітку ґрунту під пшеницю озиму, мм/хв.

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Строк визначення	
			відновлення весняної вегетації	перед збиранням врожаю
2008 р.				
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	3,87	3,14
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	2,82	1,93
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	2,11	1,34
4	Диференційована-1	12-14 (д)	3,94	2,52
5	Диференційована-2	8-10 (п)	2,68	1,42
НІР <sub>05</sub> , мм/хв.			0,50	0,62
2009 р.				
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	5,2	4,8
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	5,1	4,8
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	5,0	4,7
4	Диференційована-1	12-14 (д)	5,1	4,8
5	Диференційована-2	8-10 (п)	5,1	4,7
НІР <sub>05</sub> , мм/хв.			0,3	0,4
2010 р.				
1	Полицева різноглибинна	20-22 (о)	3,0	2,7
2	Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	2,6	2,3
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	2,2	1,8
4	Диференційована-1	12-14 (д)	2,9	2,3
5	Диференційована-2	8-10 (п)	2,8	2,4
НІР <sub>05</sub> , мм/хв.			0,2	0,4



## Додаток В.4

Кількість поливів та зрошувальні норми сільськогосподарських культур короткоротаційних сівозмін залежно від дефіциту природного вологозабезпечення в роки проведення досліджень, м<sup>3</sup>/га

Рік дослідження (вологозабезпечення)	Культури сівозміни	Кількість поливів	Зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га
2008 р. (середній)	Пшениця озима	1	400
	Соя	2	800
	Кукурудза на зерно	3	1250
	Ріпак ярий	1	450
2009 р. (середній)	Пшениця озима	1	400
	Соя	4	1900
	Кукурудза на зерно	4	1700
	Ріпак ярий	1	450
2010 (середньовологий)	Пшениця озима	1	500
	Соя	3	1400
	Кукурудза на зерно	3	1250
	Ріпак ярий	2	600
2011 р. (середньосухий)	Кукурудза на зерно	2	1000
	Соя	2	1000
	Ячмінь озимий	1	450
	Соя	2	1000
2012 (сухий)	Кукурудза на зерно	8	3500
	Соя	7	2700
	Ячмінь озимий	2	650
	Соя	7	2700
2013 (середньосухий)	Кукурудза на зерно	7	2900
	Соя	7	3100
	Ячмінь озимий	3	1400
	Соя	7	3100
2014 (середньосухий)	Кукурудза на зерно	7	3500
	Соя	7	3500
	Ячмінь озимий	2	800
	Соя	7	3500
2015 (середній)	Кукурудза на зерно	5	2250
	Соя	4	1800
	Ячмінь озимий	1	500
	Соя	4	1800

## Додаток В.5

Вплив систем основного обробітку ґрунту на сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання пшениці озимої в роки проведення досліджень

Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Запаси вологи, м <sup>3</sup> /га		Сума опадів, м <sup>3</sup> /га	Зрошувальна норма, м <sup>3</sup> /га	Сумарне водоспоживання, м <sup>3</sup> /га	Коефіцієнт водоспоживання, м <sup>3</sup> /т
		початок вегетації	кінець вегетації				
2008 р.							
1.Полицева різноглибинна	20-22 (о)	2515	1568	1763	400	3110	565
2.Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	2620	1627	1763	400	3156	535
3.Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	2518	1547	1763	400	3134	490
4. Диференційована-1	12-14 (д)	2556	1488	1763	400	3231	520
5. Диференційована-2	8-10 (п)	2574	1671	1763	400	3066	470
2009 р.							
1.Полицева різноглибинна	20-22 (о)	2410	1800	1740	400	2750	620
2.Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	2330	1840	1740	400	2630	560
3.Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	2310	1790	1740	400	2660	560
4. Диференційована-1	12-14 (д)	2330	1730	1740	400	2740	580
5. Диференційована-2	8-10 (п)	2430	1800	1740	400	2770	560
2010 р.							
1.Полицева різноглибинна	20-22 (о)	2810	2310	1495	500	2500	500
2.Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	2820	2170	1495	500	2640	518
3.Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	2870	2060	1495	500	2800	509
4. Диференційована-1	12-14 (д)	2820	2130	1495	500	2680	478
5. Диференційована-2	8-10 (п)	2780	2020	1495	500	2760	493

## Додаток Д.1

Чисельність мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см під посівами кукурудзи на зерно за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні-2 (середнє за 2011–2015 рр.)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Кількість в 1 г абсолютно сухого ґрунту			
			амоніфікуючі млн шт.	олігонітрофільні, млн шт.	нітрифікуючі, тис. шт.	целюлозоруйнуючі, тис. шт.
Початок вегетації						
1	Полицева різноглибинна	28-30 (о)	29,97	22,82	9,48	2,29
2	Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	28,22	21,45	8,20	2,43
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	27,54	21,21	8,68	2,20
4	Диференційована-1	20-22 (о)	27,89	21,24	8,33	2,28
5	Диференційована-2	28-30 (о)	29,57	22,98	9,36	2,21
Перед збиранням урожаю (N <sub>120</sub> )						
1	Полицева різноглибинна	28-30 (о)	26,68	21,09	10,60	2,82
2	Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	25,59	18,04	10,24	2,95
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	20,74	17,04	9,60	2,67
4	Диференційована-1	20-22 (о)	23,01	18,44	10,36	2,68
5	Диференційована-2	28-30 (о)	23,18	19,36	10,72	2,52
Перед збиранням урожаю (N <sub>150</sub> )						
1.	Полицева різноглибинна	28-30 (о)	22,81	21,52	10,08	2,16
2.	Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	21,76	20,50	9,78	2,10
3.	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	20,63	18,67	9,09	2,20
4.	Диференційована-1	20-22 (о)	20,21	20,46	9,83	2,22
5.	Диференційована-2	28-30 (о)	20,22	21,00	10,43	2,16
Перед збиранням урожаю (N <sub>180</sub> )						
1	Полицева різноглибинна	28-30 (о)	21,00	21,29	9,73	2,20
2	Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	18,08	20,50	9,52	2,25
3	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	16,26	18,12	8,93	2,26
4	Диференційована-1	20-22 (о)	17,06	18,38	9,43	2,34
5	Диференційована-2	28-30 (о)	17,65	19,91	9,81	2,30
<b>Коефіцієнт варіації, %</b>			<b>18,7</b>	<b>8,1</b>	<b>7,4</b>	<b>10,2</b>

## Додаток Д.2

Чисельність різних груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см під посівами сої за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення у сівозміні-2 (середнє за 2011–2015 рр.)

№ вар.	Система основного обробітку ґрунту	Спосіб і глибина обробітку, см	Кількість в 1 г абсолютно сухого ґрунту			
			амоніфікуючі млн шт.	олігонітрофільні, млн шт.	нітрифікуючі, тис. шт.	целюлозоруйнуючі, тис. шт.
Початок вегетації (фон – N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )						
1.	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	28,06	18,53	8,74	2,09
2.	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	25,39	19,97	9,22	2,23
3.	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	22,28	17,86	8,57	2,34
4.	Диференційована-1	14-16 (ч)	22,58	19,54	8,22	2,29
5.	Диференційована-2	14-16 (ч)	20,39	18,79	9,06	2,33
Перед збиранням врожаю (фон - N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> )						
1.	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	21,89	19,28	9,61	2,12
2.	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	20,33	20,18	9,28	2,29
3.	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	22,00	20,98	9,06	2,52
4.	Диференційована-1	14-16 (ч)	21,53	18,52	9,80	2,54
5.	Диференційована-2	14-16 (ч)	19,88	17,97	10,52	2,46
Перед збиранням врожаю (фон - N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> +Ризогумін)						
1.	Полицева різноглибинна	25-27 (о)	24,23	19,36	10,84	2,28
2.	Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	22,26	21,57	9,36	2,37
3.	Безполицева одноглибинна мілка	12-14 (д)	22,20	21,68	9,40	2,54
4.	Диференційована-1	14-16 (ч)	21,44	19,23	10,77	2,65
5.	Диференційована-2	14-16 (ч)	20,16	17,63	11,57	2,51
<b>Коефіцієнт кореляції, %</b>			<b>9,7</b>	<b>6,6</b>	<b>9,8</b>	<b>6,9</b>

## Додаток Ж

Господарська і економічна ефективність технологій захисту пшениці озимої в умовах зрошення (сорт Херсонська безоста, 2008-2010 рр.)

№ з/п	Варіант	Строк обробки, фаза розвитку культури	Середня врожайність, т/га	Збережена урожайність, т/га	Вартість збереженого врожаю, грн/га	Чистий прибуток, грн/га
1	Контроль (без хімічного захисту)	–	–	–	–	–
2	Сертікор 050 FS, 1,0 л/т	за 2 дні до сівби	4,60	0,55	907,5	617,2
	Гранстар, 75% в.г. + Байлетон, 25% з.п. (0,020 + 0,5 кг/га)	трубкування				
	Фастак, 10% (0,15 л/га)	молочна стиглість				
3	Сертікор 050 FS, 1,0 л/т	за 2 дні до сівби	4,88	0,83	1369,5	890,7
	Байлетон 25%з.п. (0,5 кг/га) + Гранстар, 75% в.г. (0,020 кг/га)	трубкування				
	Імпакт, 25% к.е. (0.5 л/га)	початок цвітіння				
	Фастак, 10%, к.е. (0.15 л/га)	молочна стиглість				
4	Сертікор 050 FS, 1,0 л/т	за 2 дні до сівби	4,71	0,66	1089,0	574,8
	Пік 75%в.г. + Альто Супер 330 ЕС, к.е. (0,020 кг/га+0,45 л/га)	трубкування				
	Енжіо, 24,7%, к.е. (0,18 л/га)	молочна стиглість				

## Продовження додатку Ж

№ з/п	Варіант	Строк обробки, фаза розвитку культури	Середня врожайність, т/га	Збережена урожайність, т/га	Вартість збереженого врожаю, грн/га	Чистий прибуток, грн/га
5	Сертікор 050 FS, 1,0 л/т	за 2 дні до сівби	5,20	1,15	1897,5	1094,2
	Пік 75% в.г. + Альто Супер 330 ЕС,, к.е. (0,020 кг/га+0,45 л/га)	трубкування				
	Амістар Екстра 280SC, к.е. (0,5 л/га)	початок цвітіння				
	Енжіо, 24,7%, к.е. (0,18 л/га)	молочна стиглість				
6	Сертікор 050 FS, 1,0 л/т	за 2 дні до сівби	4,69	0,64	1056,0	569,1
	Гроділ Максї 37,5% о.д. + Фалькон 46%, к.е. (0,1 + 0,6 л/га)	трубкування				
	Децис Профі 25% в.г. (0,04 кг/га)	молочна стиглість				
7	Ламардор, FS 400 т.к.с. – 0,15 л/т	за 2 дні до сівби	5,17	1,12	1848,0	1068,3
	Гроділ Максї 37,5% о.д. + Фалькон 46%, к.е. (0,1 + 0,6 л/га)	трубкування				
	Амістар Екстра 280 SC, к.е. (0,5 л/га) +	початок цвітіння				
	Децис Профі 25% в.г. (0,04 кг/га)	молочна стиглість				
НІР <sub>05</sub> , т/га			0,71			

## Додаток 3.1

Надходження рослинних решток сільськогосподарських культур у ґрунт за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозмінах на зрошенні

Система обробітку ґрунту	Маса рослинних решток, т/га				
	кукурудза на зерно	пшениця озима	ріпак ярий	соя	<u>Всього середнє</u>
Без добрив					
Полицева різноглибинна	5,70	5,38	4,93	3,05	<u>19,06</u> 4,8
Безполицева різноглибинна	5,05	5,19	4,82	2,84	<u>17,90</u> 4,5
Безполицева одноглибинна мілка	4,21	4,96	4,20	2,71	<u>16,08</u> 4,0
Диференційована -1	5,82	5,32	5,12	3,04	<u>19,3</u> 4,8
Диференційована -2	4,80	5,19	4,76	2,90	<u>17,65</u> 4,4
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	13,36	8,12	8,24	3,53	<u>33,25</u> 8,3
Безполицева різноглибинна	12,48	7,80	8,03	3,31	<u>31,62</u> 7,9
Безполицева одноглибинна мілка	11,92	7,63	6,79	3,05	<u>29,39</u> 7,4
Диференційована -1	12,71	8,08	8,71	3,53	<u>33,03</u> 8,26
Диференційована -2	10,68	7,78	7,84	3,14	<u>29,44</u> 7,4
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>					
Полицева різноглибинна	16,23	8,96	8,53	3,90	<u>37,62</u> 9,4
Безполицева різноглибинна	14,88	8,62	8,27	3,68	<u>38,45</u> 8,9
Безполицева одноглибинна мілка	11,60	8,07	6,92	3,31	<u>29,90</u> 7,5
Диференційована -1	16,71	8,20	9,03	3,65	<u>37,59</u> 9,4
Диференційована -2	12,30	7,89	8,11	3,42	<u>31,72</u> 7,9

## Додаток 3.2

Розрахунковий прихід гумусу в орний шар ґрунту з рослинними рештками сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні-2 на зрошенні

Система основного обробітку ґрунту	Показники		
	маса решток	приріст гумусу	баланс гумусу
Без добрив			
Полицева різноглибинна	4,8	1,03	-0,20
Безполицева різноглибинна	4,5	0,94	-0,24
Безполицева одноглибинна мілка	4,0	0,84	-0,33
Диференційована-1	4,8	1,01	-0,16
Диференційована-2	4,4	0,93	-0,25
N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>			
Полицева різноглибинна	8,3	1,73	0,28
Безполицева різноглибинна	7,9	1,65	0,47
Безполицева одноглибинна мілка	7,4	1,53	0,50
Диференційована-1	8,3	1,72	0,55
Диференційована-2	7,4	1,54	0,36
N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>			
Полицева різноглибинна	9,4	1,98	0,78
Безполицева різноглибинна	8,9	1,84	0,67
Безполицева одноглибинна мілка	7,5	1,55	0,38
Диференційована-1	9,7	1,99	0,78
Диференційована-2	7,9	1,65	0,48



## Додаток К1

Економічна ефективність технології вирощування культур сівозміни-2 за різних систем обробітку ґрунту та удобрення (середнє 2011–2015 рр.)

Система обробітку ґрунту	Економічні показники			
	витрати на технології, тис. грн/га	вартість валової продукції, тис. грн/га	умовно чистий прибуток, тис. грн/га	рівень рентабельності, %
Система удобрення з внесенням N <sub>75</sub> P <sub>60</sub>				
Полицева різноглибинна	8,5	16,9	8,4	98,8
Безполицева різноглибинна	8,4	16,2	7,8	92,9
Безполицева одноглибинна мілка	8,3	12,9	4,6	55,4
Диференційована-1	8,4	16,7	8,3	98,8
Диференційована-2	8,4	15,4	7,0	83,3
Система удобрення з внесенням N <sub>97,5</sub> P <sub>60</sub>				
Полицева різноглибинна	9,4	19,5	10,1	107,5
Безполицева різноглибинна	9,3	18,7	9,4	101,1
Безполицева одноглибинна мілка	9,2	14,9	5,8	63,0
Диференційована-1	9,3	19,5	10,2	109,7
Диференційована-2	9,3	17,7	8,6	92,4

## Додаток К2

## Ресурсно-енергетична оцінка способів основного обробітку темно-каштанового ґрунту в 4-пільній плодозмінній сівозміні-1 на зрошенні

Система обробітку	Спосіб і глибина	Витрати пального, кг/га	Витрати енергії, МДж/га				
			праця механізатора	трактор	с.-г. знаряддя	пальне	всього
Кукурудза на зерно							
1. Полицева різноглибинна	28-30 (о)	25,2	92,4	269	89,2	1330,6	1781,2
2. Безполицева різноглибинна	28-30 (ч)	17,3	59,5	138	25,8	913,4	1136,7
3. Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	7,6	23,0	64,2	11,2	401,0	499,4
4. Диференційована-1	20-22 (о)	17,7	83,3	251	66,3	935	1335,6
5. Диференційована-2	28-30 (о)	26,2	92,4	269	89,2	1330,6	1781,2
Ріпак ярий							
1. Полицева різноглибинна	25-27 (о)	23,8	89,2	262	81,4	1254	1686,6
2. Безполицева різноглибинна	25-27 (ч)	16,6	54,1	131	20,4	877	1082,5
3. Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	7,6	23,0	64,2	11,2	401,0	499,4
4. Диференційована-1	14-16 (ч)	9,7	28,0	68,7	15,4	480,5	592,6
5. Диференційована-2	14-16 (ч)	9,7	28,0	68,7	15,4	480,5	592,6
Соя							
1. Полицева різноглибинна	23-25 (о)	19,8	86,5	256,4	72,4	1050,0	1465,3
2. Безполицева різноглибинна -1	23-25 (ч)	14,7	50,3	126,0	17,3	776,2	969,6
3. Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	7,6	23,0	64,2	11,2	401,0	499,4
4. Диференційована-1	12-14 (д+щ)	30,4	110,1	300,4	104,3	1605,0	2120,0
5. Диференційована-2	14-16 (ч)	9,7	28,0	68,7	15,4	480,5	592,6
Пшениця озима							
1. Полицева різноглибинна	20-22 (о)	17,7	83,3	251	66,3	935	1335,6
2. Безполицева різноглибинна	20-22 (ч)	10,8	42,6	119	14,7	570	746,3
3. Безполицева одноглибинна	12-14 (д)	7,6	23,0	64,2	11,2	401,0	499,4
4. Диференційована-1	12-14 (д)	7,6	23,0	64,2	11,2	401,0	499,4
5. Диференційована-2	8-10 (п)	4,5	14,8	41,3	69,3	237,6	363,0

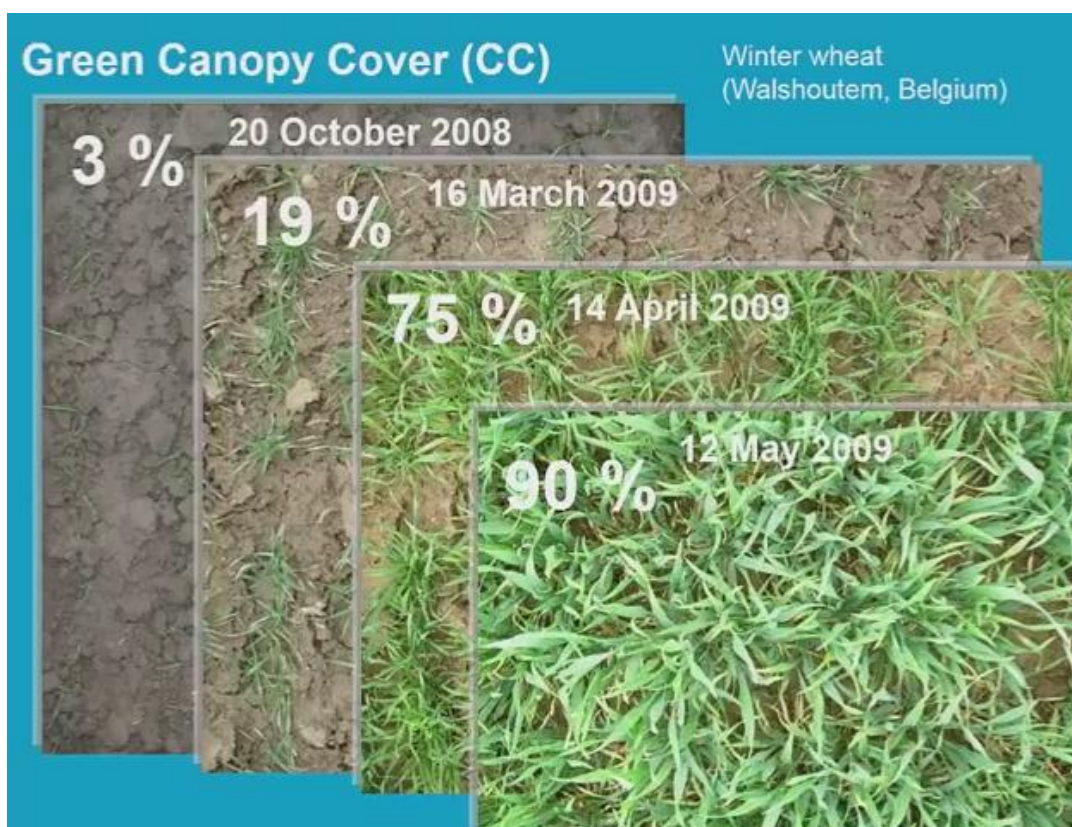
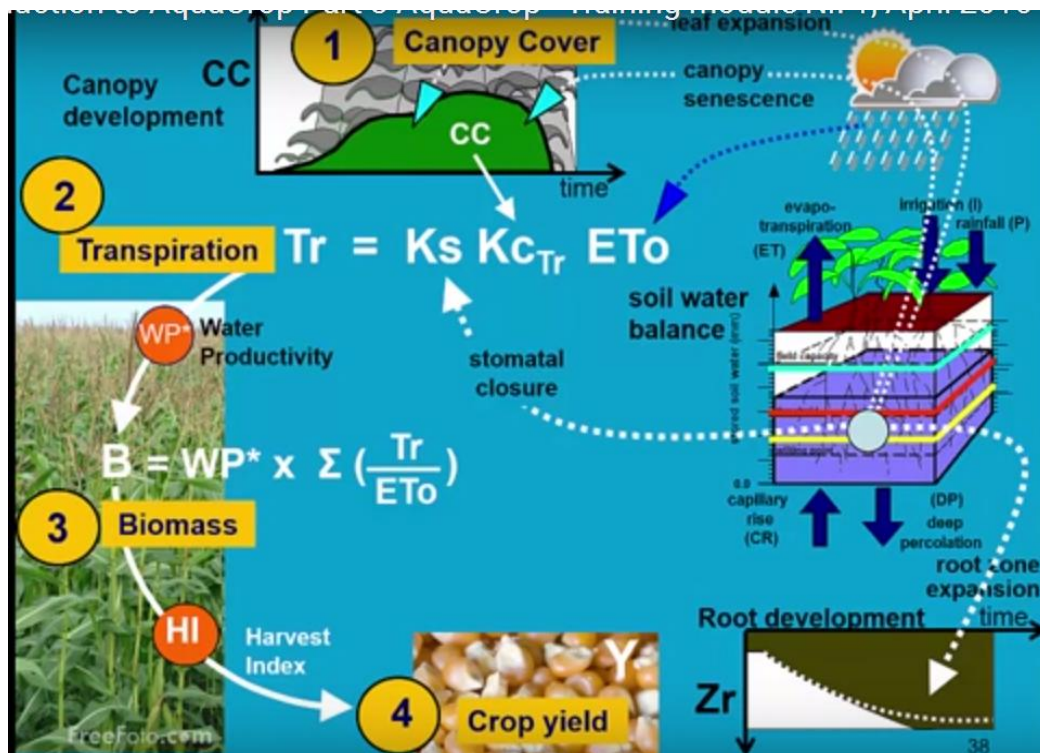
## Додаток КЗ

Вихід енергії при вирощуванні досліджуваних культур в сівозміні-1 залежно від систем основного обробітку ґрунту, ГДж/га

№ з/п	Система основного обробітку ґрунту	Роки	За культурами сівозміни			
			пшениця озима	соя	кукурудза зерно	ріпак ярий
1	Полицева різноглибинна	2008	90,8	36,1	99,1	40,0
		2009	72,6	57,7	100,8	32,7
		2010	96,5	50,8	130,0	58,0
2	Безполицева різноглибинна	2008	97,4	34,3	92,4	25,4
		2009	77,6	41,5	95,8	27,3
		2010	98,4	42,0	110,8	50,4
3	Безполицева одноглибинна мілка	2008	105,6	27,1	90,7	14,5
		2009	77,6	37,9	89,0	21,8
		2010	106,0	39,8	103,1	40,3
4	Диференційована-1	2008	102,3	37,9	105,8	25,4
		2009	77,6	65,0	109,2	36,3
		2010	108,0	53,1	126,1	58,0
5	Диференційована-2	2008	107,3	36,1	114,2	23,6
		2009	80,9	43,3	114,2	27,3
		2010	108,0	50,8	122,2	50,4
Середнє по культурах сівозміни			93,8	43,6	106,9	35,4
Коефіцієнт варіації, %			13,9	20,0	11,9	38,6

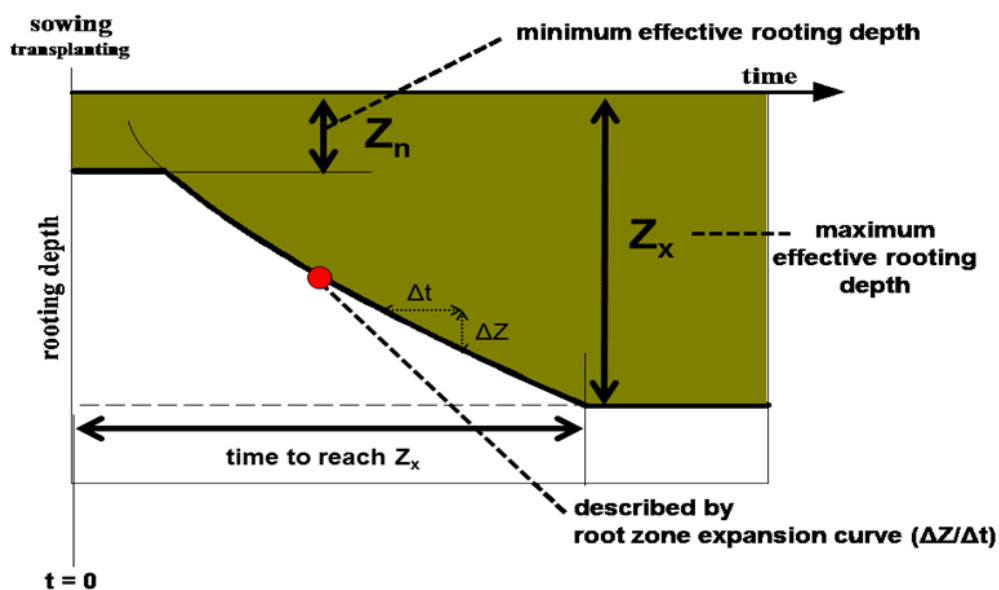
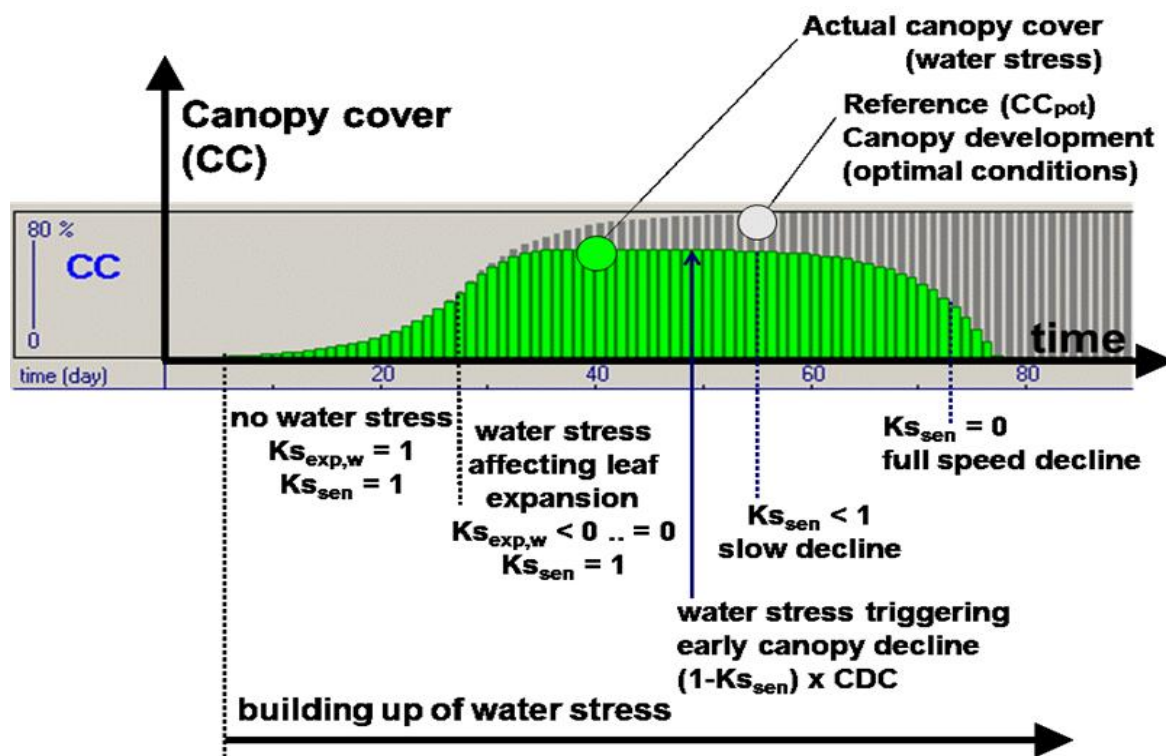
## Додаток Л.1

Основна концепція AquaСгор для встановлення впливу природних і агротехнічних факторів на продуктивність культур сівозміни за умов зрошення [497]



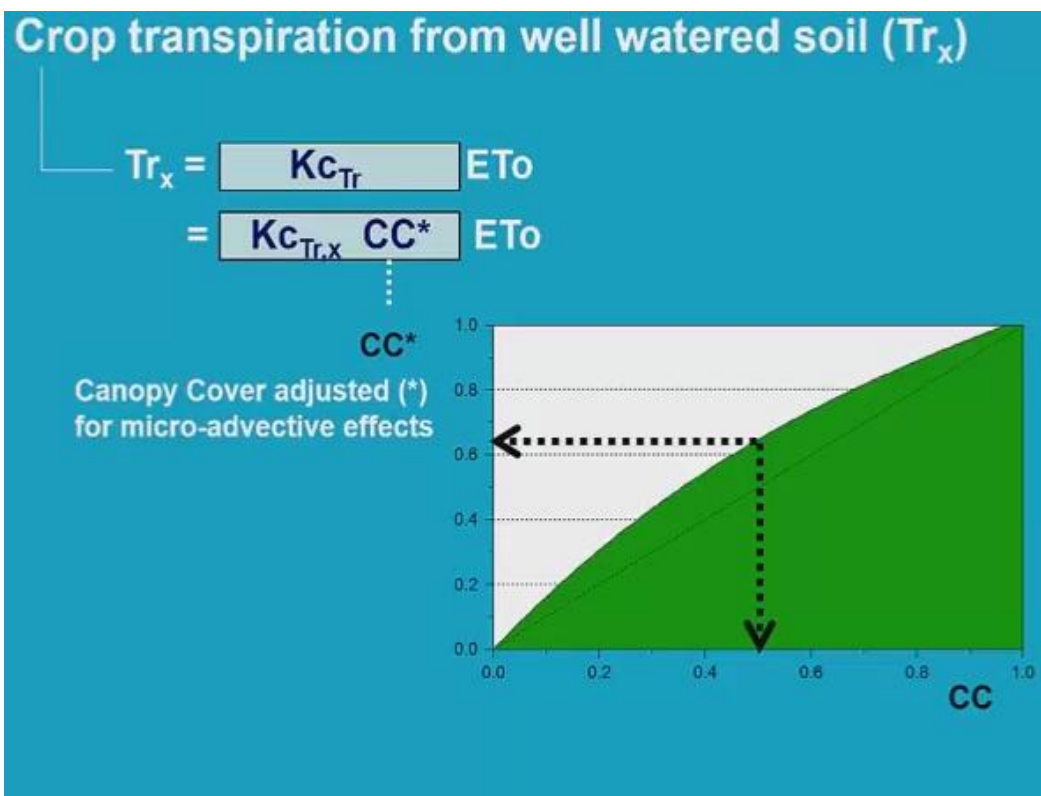
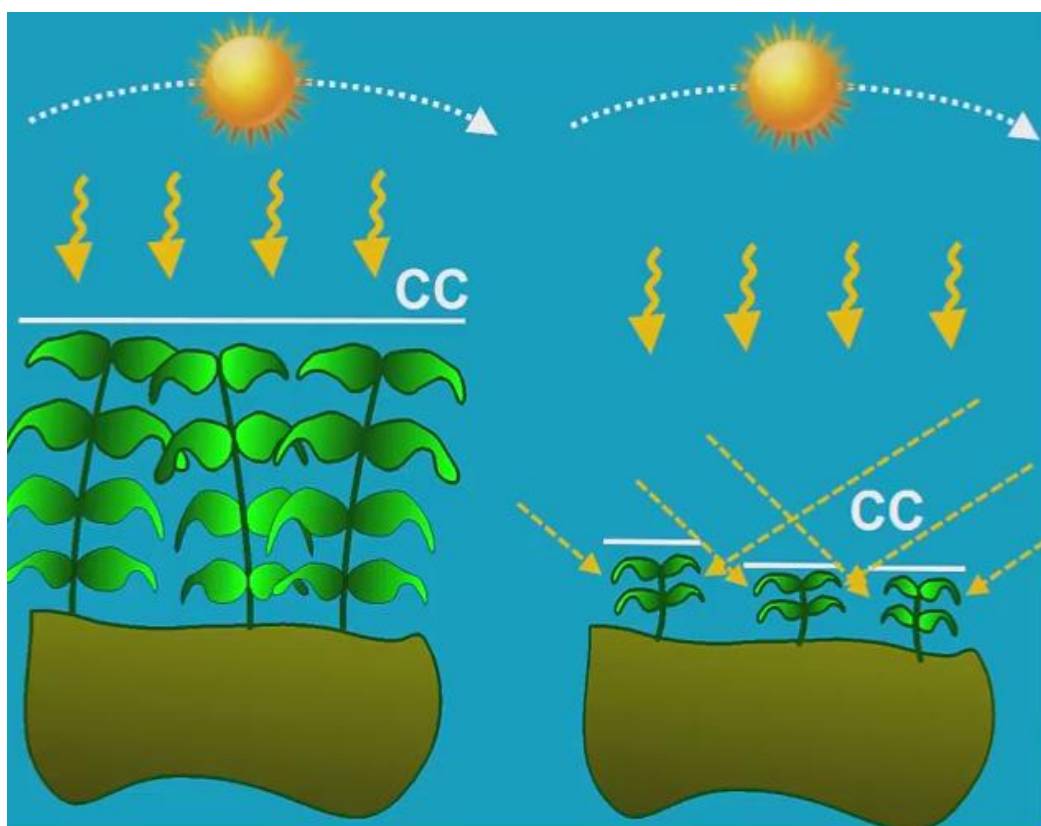
## Додаток Л.2

Розвиток сільськогосподарської культури в умовах водного стресу з використанням показнику  $CC$  та формування кореневої системи та встановлення глибини активного шару ґрунту при біологічно оптимальному режимі зрошення [497]



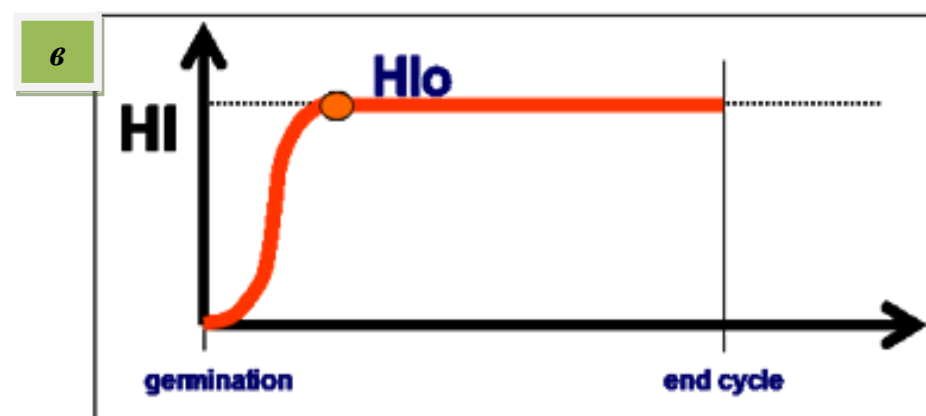
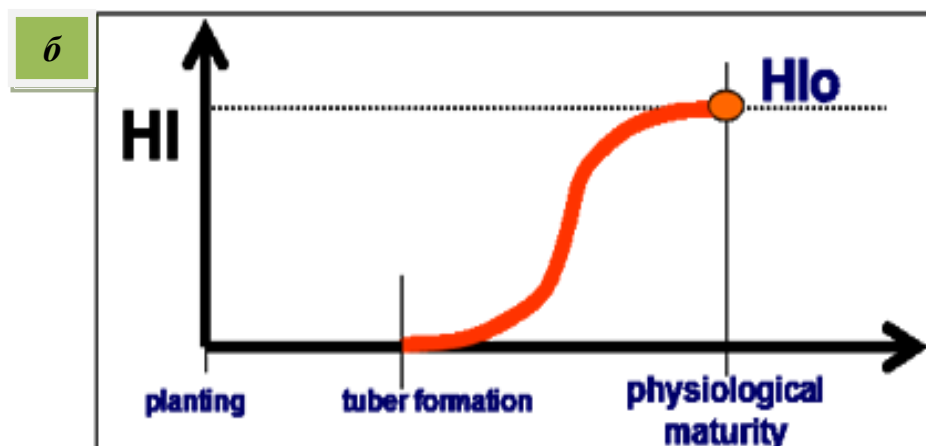
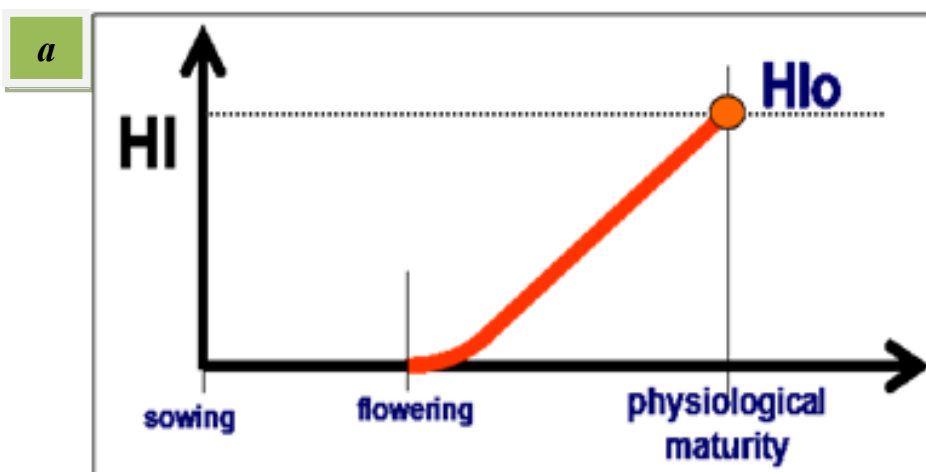
## Додаток Л.3

Взаємозалежність між показниками покриття ґрунту культурою (CC) та коефіцієнтом продуктивності культури ( $K_{c_{tr}}$ ) [497]



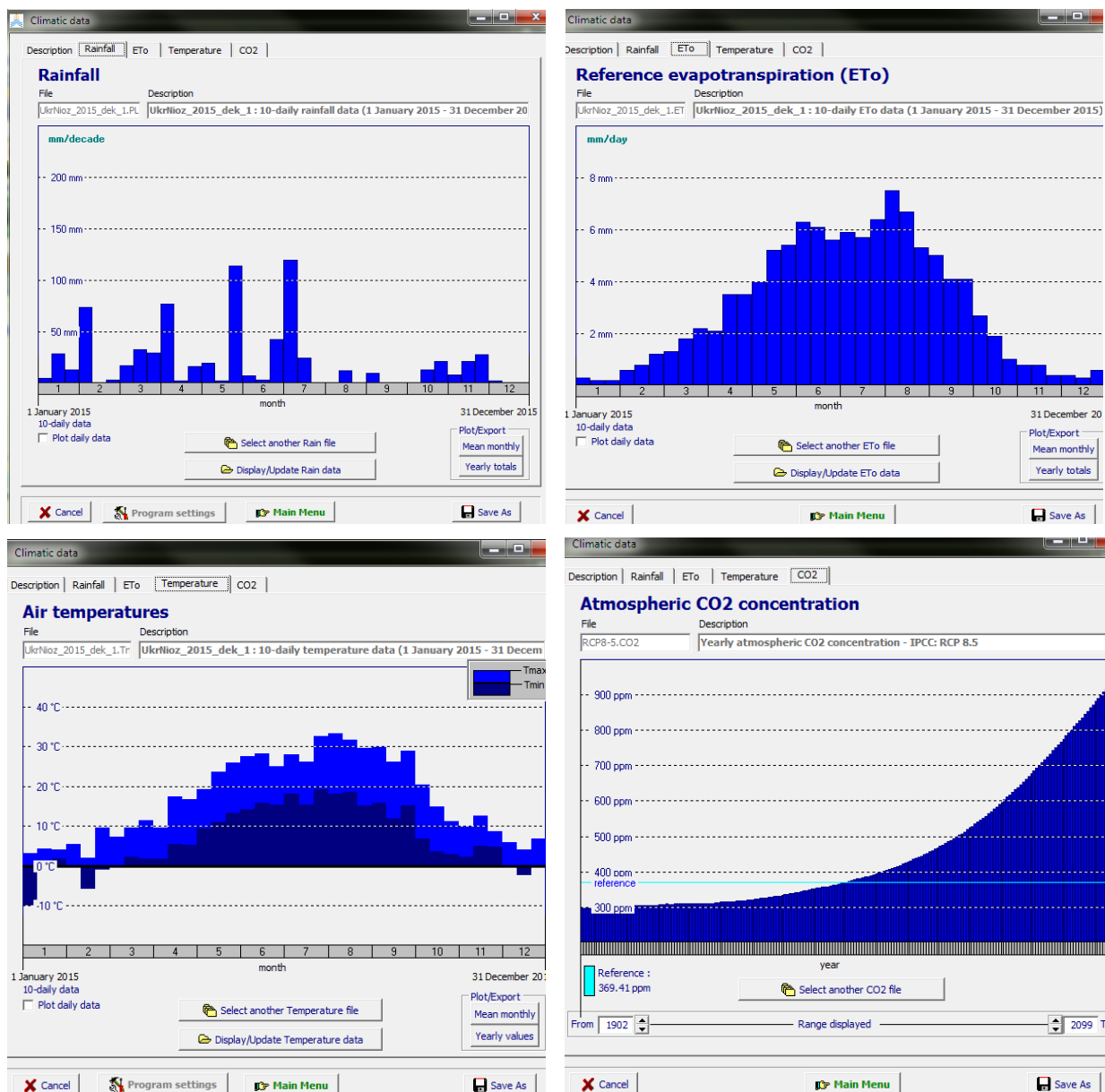
## Додаток Л.4

Динаміка індексу врожаю (HI) для зернових і плодових культур (*a*), картоплі та коренеплодів (*б*), овочевих культур (*в*) [497]



## Додаток Л.5

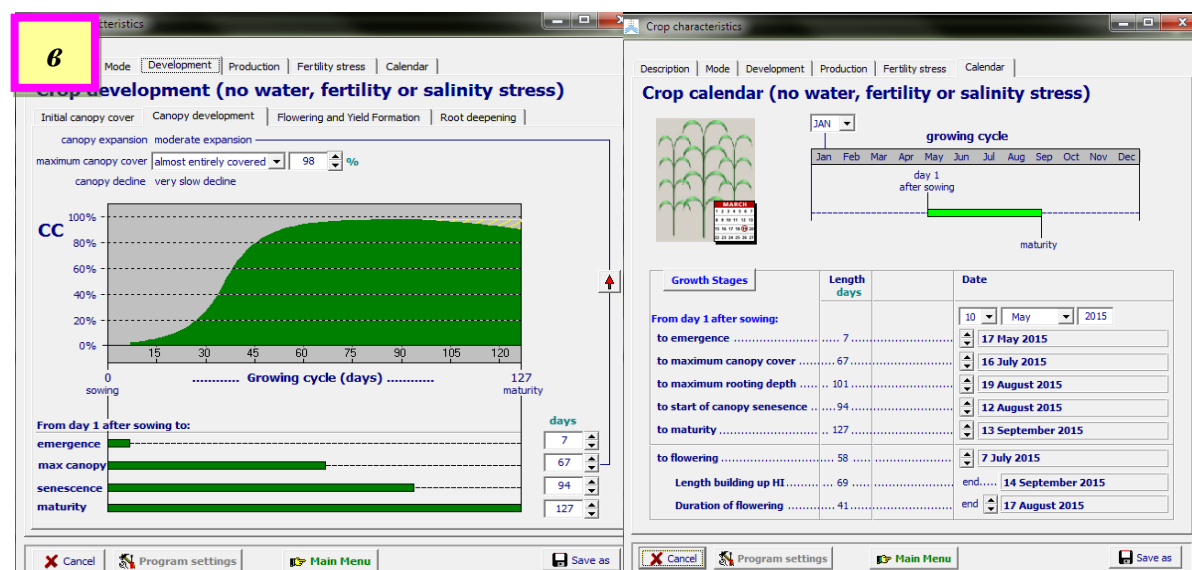
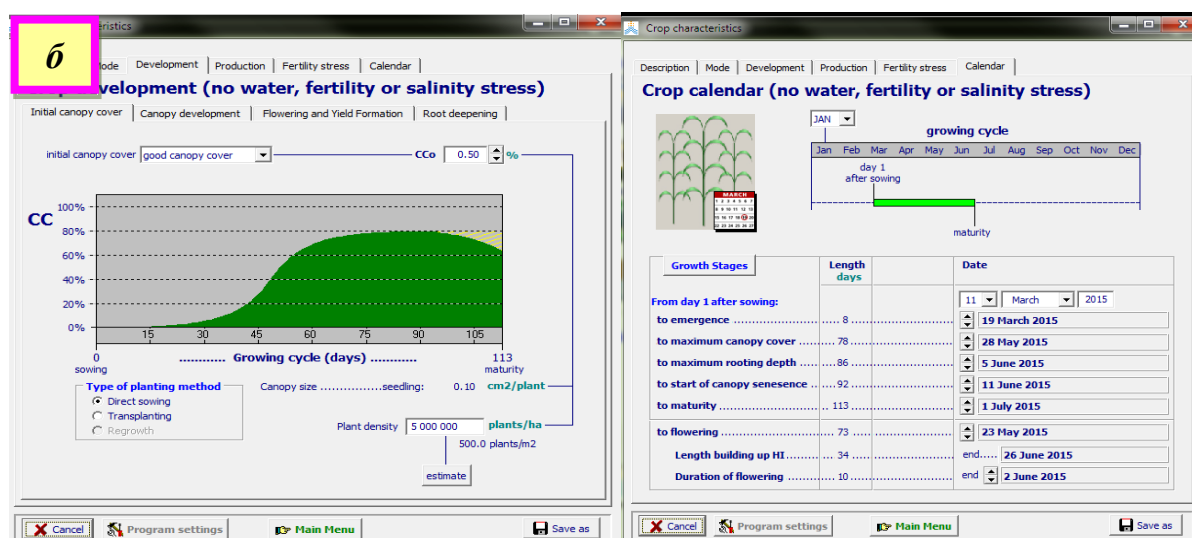
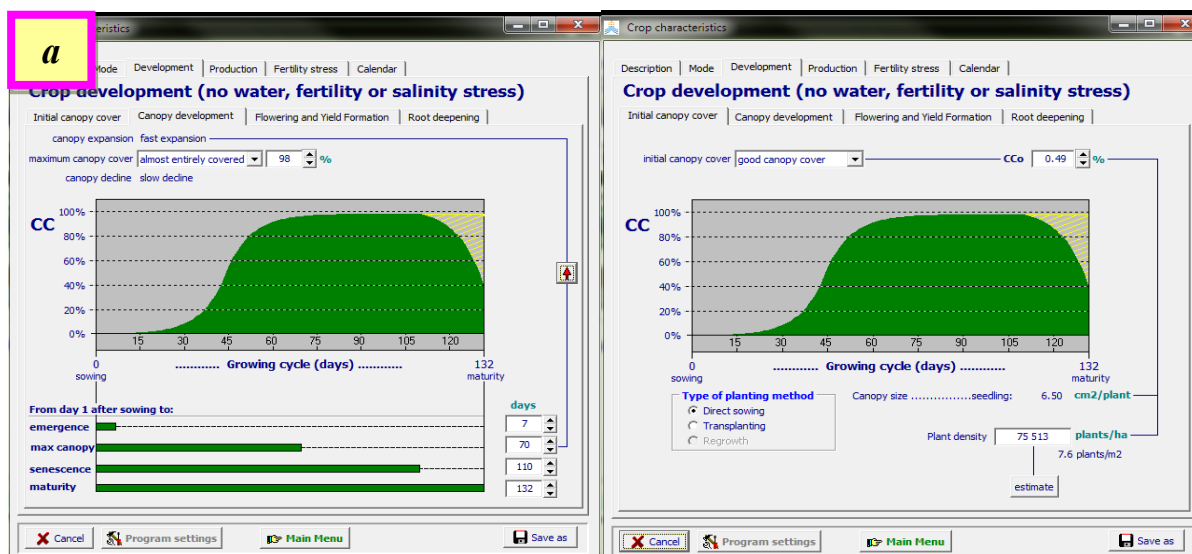
Вихідні показники опадів, еталонної евапотранспірації, температур повітря та вуглекислого газу за 2015 р., які були внесені у програму AquaCrop





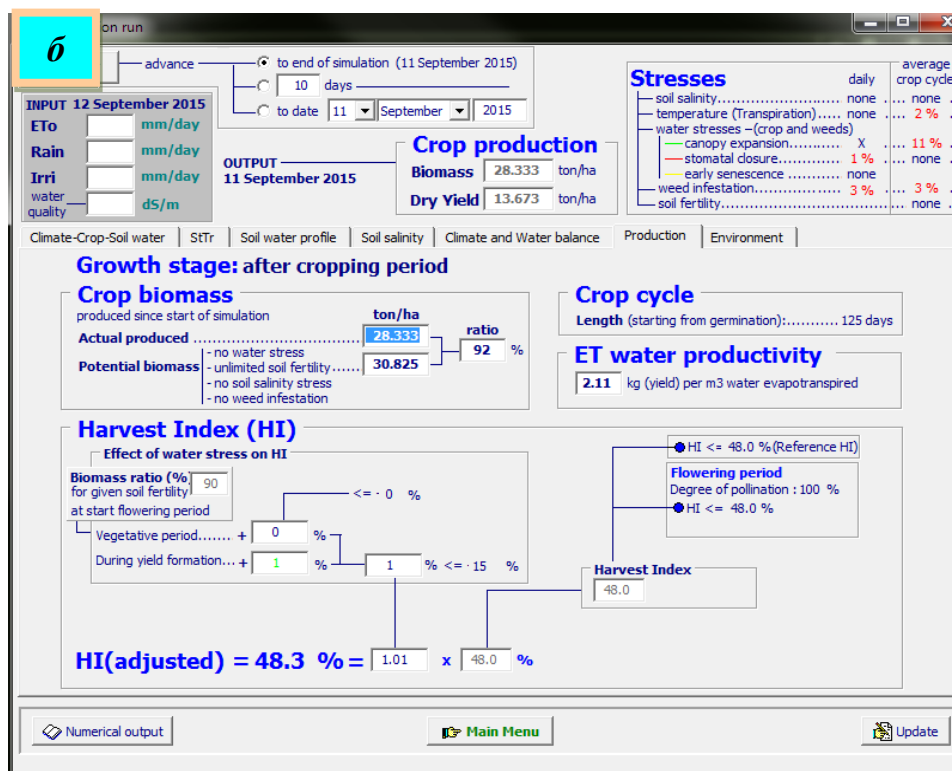
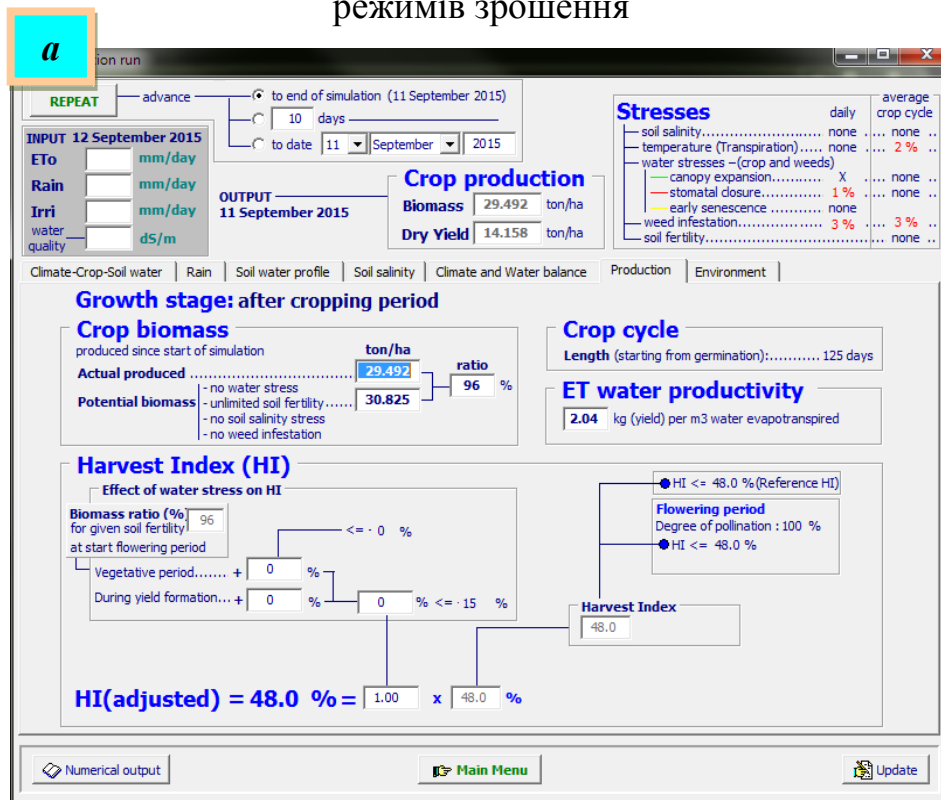
## Додаток Л.6

Результати моделювання параметрів формування надземної біомаси (СС)  
кукурудзи (а), ячменю (б) та сої (в)



## Додаток Л.7

Характеристика моделі продуктивності біомаси та індексу врожайності кукурудзи за використання біологічно оптимального (а) та водоощадного (б) режимів зрошення



## Додаток Л.8

Бази даних із змодельованими показниками при вирощуванні кукурудзи (а) та сої (б) – «зелений покрив» культури (CC), надземна біомаса (B), вміст вологи в ґрунті (SWC)

**a**

data

Description Field data

Add 1 measurements

Day 1

for soil depth 2.00 m

Nr	Date	day number	Green Canopy Cover (CC) [%]		dry above-ground Biomass (B) [ton/ha]		Soil water content (SWC) [mm water]	
			mean	st dev	mean	st dev	mean	st dev
1	3 May 2015	1	0.0		0.000		403.8	
2	13 May 2015	11	1.0		0.030		422.3	
3	23 May 2015	21	4.0		0.182		467.4	
4	2 June 2015	31	14.7		0.728		416.9	
5	12 June 2015	41	44.1		2.243		386.2	
6	22 June 2015	51	72.8		4.972		354.4	
7	2 July 2015	61	84.9		8.221		349.4	
8	12 July 2015	71	88.8		11.559		340.8	
9	22 July 2015	81	89.3		15.249		395.9	

Clear measurements

Cancel Main Menu Save as

**б**

data

Description Field data

Add 1 measurements

Day 1

for soil depth 1.30 m

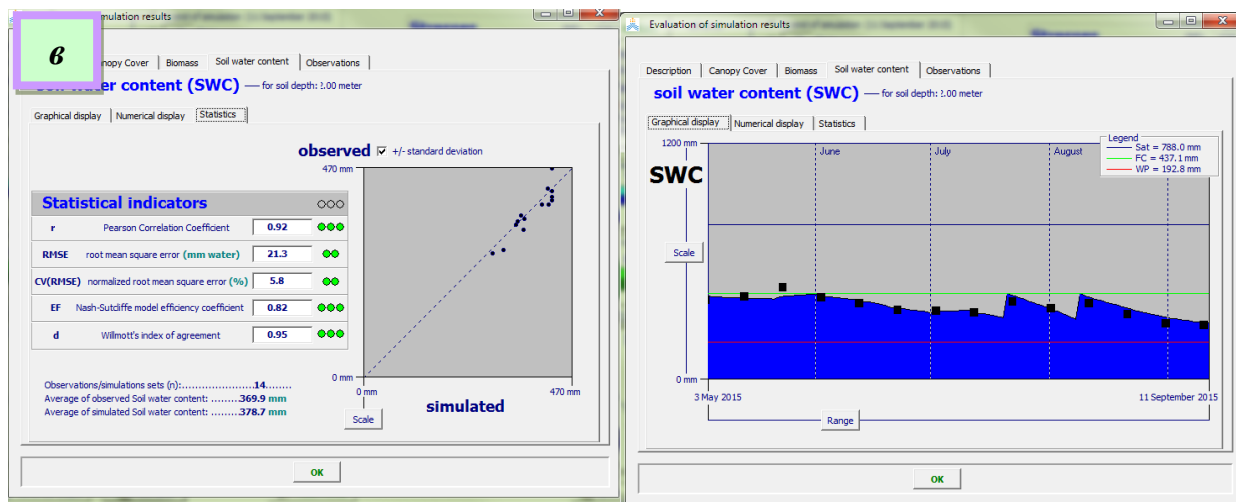
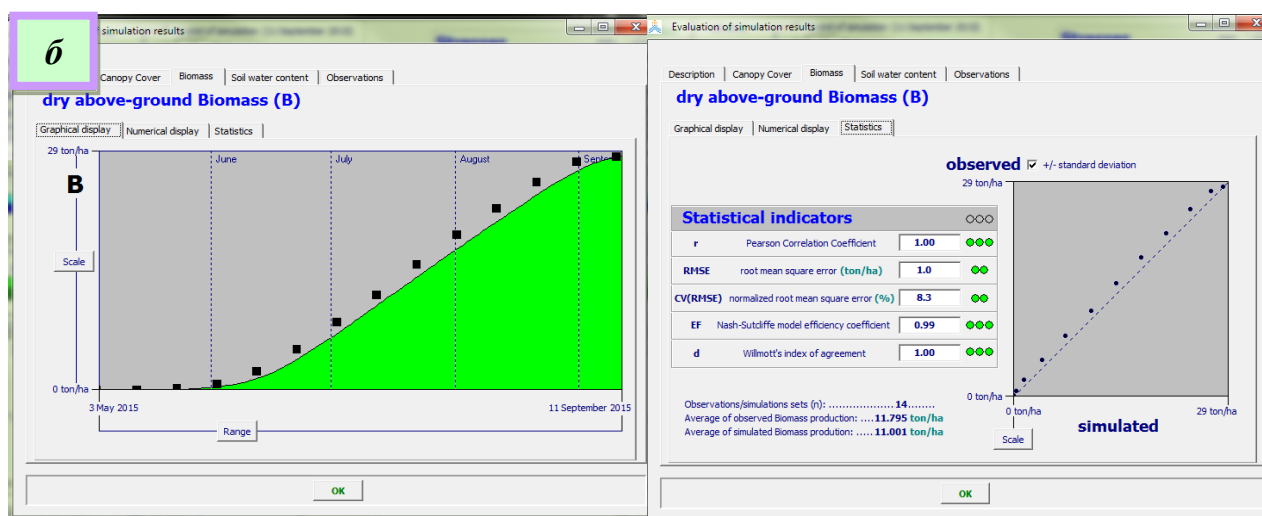
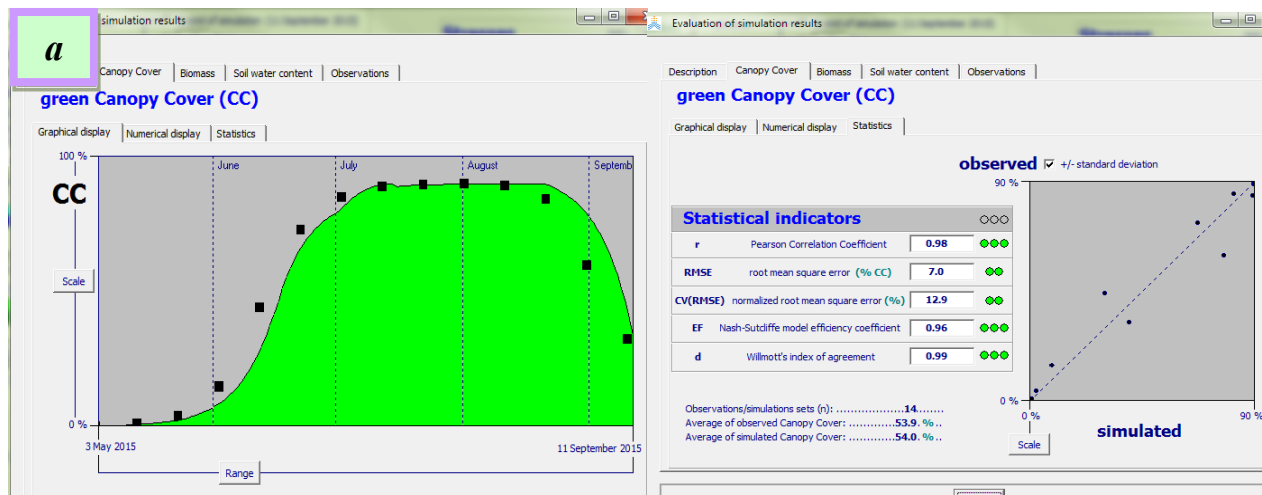
Nr	Date	day number	Green Canopy Cover (CC) [%]		dry above-ground Biomass (B) [ton/ha]		Soil water content (SWC) [mm water]	
			mean	st dev	mean	st dev	mean	st dev
1	11 March 2015	1	0.0		0.000		282.7	
2	21 March 2015	11	1.1		0.002		277.1	
3	31 March 2015	21	3.9		0.014		288.4	
4	10 April 2015	31	11.1		0.051		273.9	
5	20 April 2015	41	33.9		0.807		256.9	
6	30 April 2015	51	61.1		2.091		259.9	
7	10 May 2015	61	73.1		3.746		259.2	
8	20 May 2015	71	74.9		5.769		263.7	
9	30 May 2015	81	74.1		7.703		245.6	

Clear measurements

Cancel Main Menu Save as

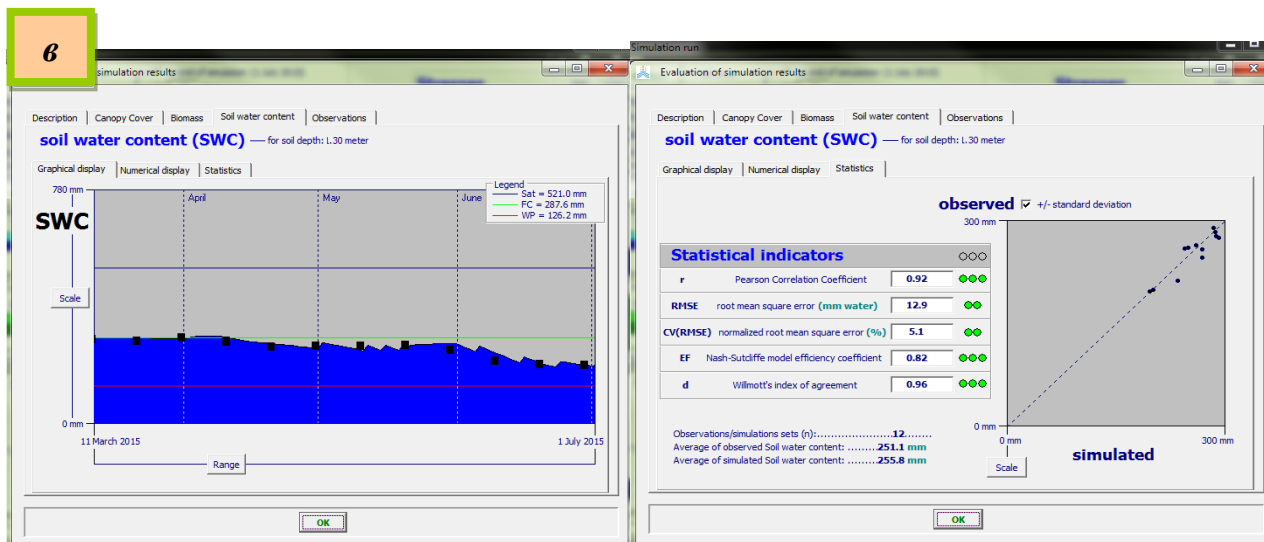
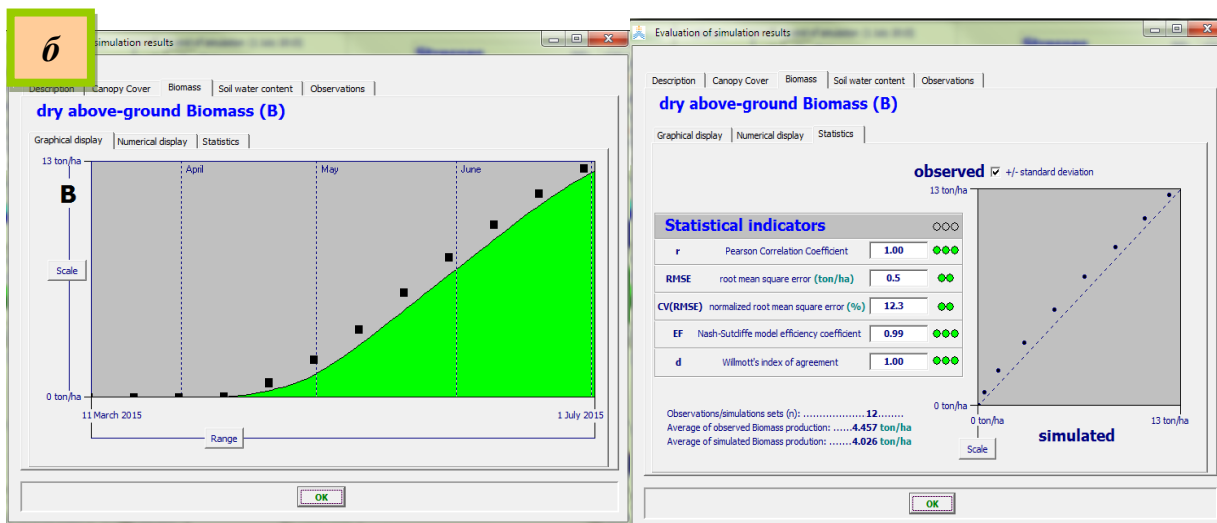
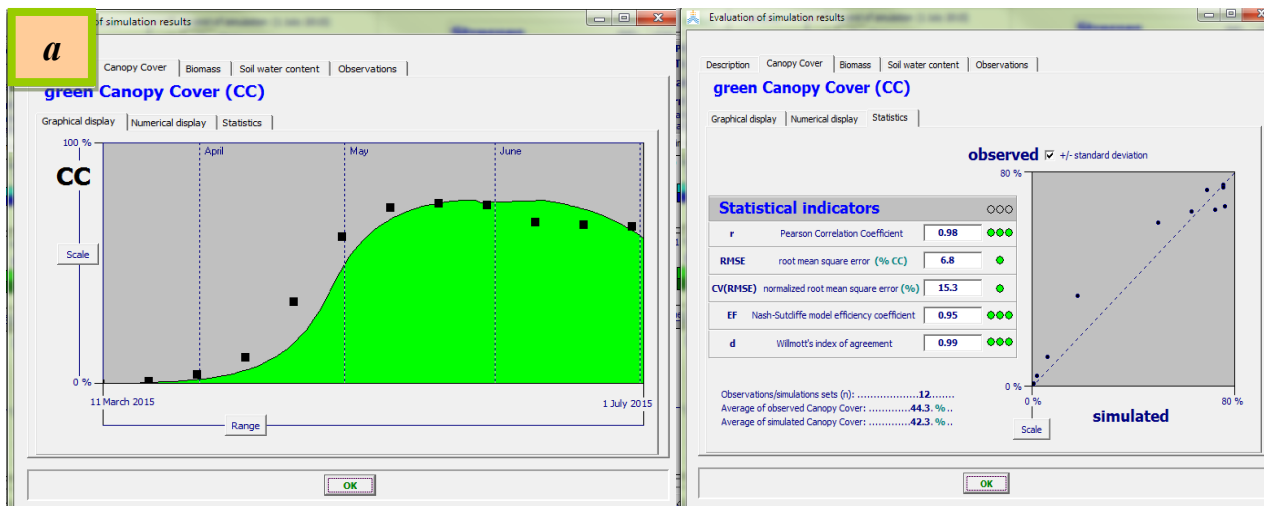
## Додаток Л.9

Результати оцінки моделювання продуктивності кукурудзи та агротехнологічних умов вирощування за показниками – «зелений покрив» культури **CC** (**a**), надземна біомаса **B** (**б**), вміст вологи в ґрунті **SWC** (**б**)



## Додаток Л.10

Результати оцінки моделювання продуктивності ячменю та агротехнологічних умов вирощування за показниками – «зелений покрив» культури **CC** (а), надземна біомаса **B** (б), вміст води в ґрунті **SWC** (в)



## Додаток Л.11

Результати оцінки моделювання продуктивності сої та агротехнологічних умов вирощування за показниками – «зелений покрив» культури **CC** (**a**), надземна біомаса **B** (**б**), вміст вологи в ґрунті **SWC** (**в**)

