

**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

БІЛЯЄВА Ірина Миколаївна

УДК 631.67:633.1:633.31:633.63(477.72)

ДИСЕРТАЦІЯ

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ В УМОВАХ ПІВДНЯ 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

_____ **І.М. БІЛЯЄВА**

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

Херсон – 2018

АНОТАЦІЯ

Біляєва І.М. Теоретичні основи та агроекологічне обґрунтування заходів підвищення продуктивності зрошуваних земель в умовах півдня України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації. – Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, Херсон, 2018.

У дисертаційній роботі висвітленні результати досліджень з розробки та удосконалення системи агротехнологічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності, економічної і енергетичної ефективності галузі зрошуваного землеробства за рахунок нормування агроресурсів, ресурсозбереження та моделювання продукційних і виробничих процесів з метою створення сприятливого еколого-меліоративного стану в умовах півдня України.

Важливим агробіологічним чинником впливу на рівень продуктивності рослин є застосування науково обґрунтованих сівозмін. При збільшенні в сівозмінах питомої ваги культур з максимальною економічною ефективністю (соя, кукурудза, овочі) відбувається перевантаження зрошувальних систем, коли в липні та серпні потреба в поливній воді перевищує їх технічних можливості на 30-50%, а в інші періоди поливного сезону, навпаки, відзначається їх недовантаження, що негативно відображається на ефективності використання зрошення. З метою проведення планування та оперативного управління режимами зрошення основних сільськогосподарських культур розроблено програмно-інформаційний комплекс (ПК) «Гідромодуль», який дозволяє оптимізувати структуру посівних площ з урахуванням параметрів гідромодуля, сформувати неукмплектований і укмплектований графіки режимів зрошення.

При вирощуванні сільськогосподарських культур на поливних землях важливе значення належить плануванню зрошення й оптимізації технологій вирощування для кожного поля сівозмін. Для цього необхідно використовувати

спеціальні комп'ютерні програми, які створені в Інституті зрошеного землеробства (ПК «Іригація», ПК «Гідромодуль») або світові розробки, адаптовані до локальних природно-господарських умов (програми ФАО ООН - CROPWAT, AquaCrop, ETo Calculator). Використання таких програм дозволяє визначити водопотребу для окремих полів з урахуванням поточних сценаріїв метеорологічних умов, забезпечує високу точність розрахунків, має економічні та екологічні переваги.

Встановлено, що вихідні показники штучного зволоження необхідно коректувати з урахуванням глобальних кліматичних параметрів і господарсько-економічних особливостей сівозмін та окремих полів з метою забезпечення біологічних потреб рослин в поливній воді й елементах живлення. Моделювання водного режиму ґрунту з використанням сучасних комп'ютерних програм для формування режимів зрошення і нормування витрат поливної води, добрив і пестицидів дозволяє підвищити продуктивність польових культур на 20-25%, забезпечує економію поливної води на 15-30%, сприяє збільшенню чистого прибутку, рентабельності, енергетичних показників, а також покращує меліоративний стан ґрунтів.

Ключові слова: зрошення, добрива, сівозмінна, агрозаходи, агрометеорологічні чинники, урожайність, моделювання, економічна ефективність, енергетична оцінка, еколого-меліоративні показники.

SUMMARY

Biliaieva I.M. Theoretical bases and agro-ecological substantiation of the measures for the irrigated lands productivity improvement in conditions of the South of Ukraine. – A qualifying academic paper on the manuscript copyright.

Dissertation in support of scientific degree of the Doctor of agricultural sciences in the specialty 06.01.02 Agricultural Meliorations. - State Higher Educational Establishment «Kherson State Agricultural University», Kherson, 2018.

Dissertation represents the results of the studies on development and improvement of the system of agrotechnical measures, which are directed on increase in productivity, economic and energy efficiency of the irrigated agriculture

at the expense of normalization of agricultural resources, water-saving and modeling the productive and production processes for creation of the favorable ecological and ameliorative state in conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

A valuable agrobiological factor of the influence on the productivity level of plants is use of the scientifically substantiated crop rotations. With increase in share of the crops with the maximum economic efficiency (soybean, corn, vegetables) irrigation systems become overloaded, when on July and August needs in the irrigation water are up to 30-50% higher than their technical facilities, and in other periods of the irrigation period, in contrary, they are not loaded properly, that has a negative impact on the irrigation use efficiency. To plan and operative handle irrigation regimes of the major crops the program and informational complex (PIC) «Hydro module» has been developed, which allows to optimize the structure of croplands taking into account parameters of the hydro module, forming unsettled and settled irrigation schedules.

Under crops cultivation at the irrigated lands irrigation planning and optimization of the cultivation technology for certain field in crop rotations are of a high value. One should use special software applications, developed at the Institute of Irrigated Agriculture (PIC «Irrigation», PIC «Hydro module») and world developments adapted to the local natural and economic conditions (applications FAO UNO — CROPWAT, AquaCrop, ETo Calculator). Use of such applications allows to determine water requirements for separate fields taking into account scenarios of meteorological conditions, provides highly accurate calculations, has economic and ecological advantages.

It was stated, that primary indexes of the artificial watering must be corrected taking into account the global climatic parameters and economic peculiarities of crop rotations and separate fields to satisfy biological requirements of plants in irrigation water and nutrients. Soil water regime modeling with use of the modern software applications for forming irrigation schedules and normalization of the irrigation water, fertilizers and pesticides expenditure allows to increase field crops

productivity up to 20-25%, provides water economy up to 15-30%, that improves pure profit, profitability, energy indexes, and ameliorative state of soils.

Key words: irrigation, fertilizers, crop rotation, agricultural measures, agrometeorological factors, yields, modeling, economic efficiency, energy assessment, ecological and ameliorative indexes.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії та навчальні посібники

1. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях: монографія / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва та ін. ; за ред. Р.А. Вожегової. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 286 с. (*Удосконалення методик з встановлення математичних зв'язків між продуктивністю сільськогосподарських культур зрошуваних сівозмін та погодними умовами*).

2. Наукові основи планування та управління режимами зрошення сільськогосподарських культур в умовах півдня України : навчальний посібник / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва та ін. – Херсон: Айлант, 2014. – 158 с. (*Наукове обґрунтування режимів зрошення, методологічні основи застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення*).

3. Наукове обґрунтування та практична реалізація режимів зрошення сільськогосподарських культур з врахуванням природних та господарсько-економічних чинників : монографія / Р.А. Вожегова, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 232 с. (*Розробка методологічних основ застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення, формування баз даних та розробка моделей продуктивності*).

4. Агроекологічна стандартизація та нормування витрат ресурсів у зрошуваному землеробстві: монографія / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 220 с. (*Кореляційно-*

регресійні залежності урожайності с.-г. культур зрошуваних сівозмін на фоні змін витрат поливної води та мінеральних добрив).

5. Математичні моделі формування урожаю польових культур за зрошення / Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Писаренко П.В., Біляєва І.М. // Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях : монографія. – К.: Аграрна наука, 2016. – С. 521-533 *(Формування баз даних продуктивності с.-г. культур зрошуваних сівозмін залежно від зрошувальних норм, фону мінерального живлення, норм висіву).*

6. Інноваційні технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня України: монографія / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 734 с. *(Формування баз даних продуктивності кукурудзи залежно від гібридного складу, зрошувальних норм, фону мінерального живлення, густоти стояння рослин).*

7. Наукове обґрунтування інноваційних технологій вирощування пшениці озимої в умовах півдня України: монографія / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 549 с. *(Формування баз даних продуктивності пшениці озимої залежно від сортового складу, зрошувальних норм, фону мінерального живлення, норм висіву).*

8. Вожегова Р.А. Продуктивність сівозміни // Наукові засади розвитку аграрного сектору економіки південного регіону України: монографія / Вожегова Р.А., Марковська О.Є., Біляєва І.М. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 94-98 с. *(Обчислення продуктивності зрошуваних сівозмін з використанням агрометеорологічних моделей та інформаційних засобів).*

Статті у фахових виданнях України

9. Орлюк А.П. Нові сорти озимої пшениці для комплексного використання у зерновиробництві / А.П. Орлюк, К.В. Гончарова, Г.Г. Базалій, І.М. Біляєва, Л.О. Усик // Зрошуване землеробство: Збірник наукових праць. - Херсон: Олді-Плюс, 2010. – Вип. 53. – С. 68-73 *(Проведення польових дослідів,*

узагальнення експериментальних даних з продуктивності сортів пшениці озимої за вирощування на зрошуваних землях).

10. Вожегова Р.А. Науково-практичні аспекти оптимізації штучного зволоження в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2013. – Вип. 60. – С. 3-5 (*Методологічні основи оптимізації режимів зрошення, вирішення проблем низької економічної ефективності штучного зволоження, розробка еколого-безпечних заходів господарювання на поливних землях*).

11. Димов О.М. Інтелектуальна власність в інноваційному розвитку України / О.М. Димов, І.М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2014. – Вип. 61. – С. 151-155 (*Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництві сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

12. Вожегова Р.А. Наукове обґрунтування режимів зрошення з врахуванням біологічних потреб рослин та технологічних параметрів зрошувальних систем / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Біляєва І.М. // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2014. – Вип. 62. – С. 36-39 (*Розробка методологічних основи застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення, формування баз даних та розробка моделей продуктивності*).

13. Біляєва І.М. Перспективи використання інформаційних засобів для оптимізації режимів зрошення на рівні господарства, сівозміни та поля / І.М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 93. – С. 18-23.

14. Sheludko O.D. Efficiency of the plants protection on irrigated winter wheat treatment against cereal flies in various sowing periods / O.D. Sheludko, O.E. Markovska, I.M. Biliayeva, M.O. Kaminska // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип.

63. – С. 32-34 (*Проведення польових дослідів з сортами пшениці озимої, обробка експериментальних даних, формулювання висновків*).

15. Біляєва І.М. Наукове обґрунтування та практичне використання агрометеорологічних методів прогнозування врожайності польових культур в умовах зрошення / І.М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 94 – С. 8-15.

16. Вожегова Р.А. Перспективи використання інформаційних систем для агрометеорологічного забезпечення зрошеного землеробства в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва // Зрошене землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 5-8 (*Формування баз даних метеорологічних показників, розробка моделей змін клімату для умов півдня України*).

17. Вожегова Р.А. Актуальні проблеми та перспективні напрями розвитку зрошення в Україні та світі в умовах змін клімату / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 95 – С. 40-46 (*Методологічні основи застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення, формування баз даних та розробка моделей продуктивності*).

18. Вожегова Р.А. Наукове обґрунтування заходів оптимізації використання поливної води з врахуванням структури посівних площ в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва // Агроекологічний журнал. – К.: Дія, 2016. – № 3. – С. 21-25 (*Формування баз даних продуктивності рослин залежно від режимів зрошення та фону мінерального живлення*).

19. Вожегова Р.А. Наукове обґрунтування напрямів впровадження інноваційних технологій у зрошене землеробство півдня України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва // Зрошене землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 65. – С. 29-32 (*Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

20. Вожегова Р.А. Інноваційні напрями розвитку зрошуваних меліорацій в

умовах Південного Степу України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 96. – С. 31-40 (*Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

21. Вожегова Р.А. Моделювання впливу сонячної радіації на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 66. – С. 14-18 (*Формування баз показників сонячної радіації у роки проведення досліджень, встановлення залежності між кліматичними та агротехнічними показниками*).

22. Вожегова Р.А. Еколого-меліоративні аспекти підвищення родючості та продуктивності зрошуваних ґрунтів в умовах Південного Степу України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 97. – С. 22-30 (*Проведення польових і лабораторних досліджень, обробка експериментальних даних, узагальнення результатів моделювання*).

23. Вожегова Р.А. Адаптування систем зрошуваного землеробства до локальних та регіональних умов Південного Степу України та глобальних змін клімату / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 98. – С. 23-28 (*Формування баз даних метеорологічних показників, розробка моделей змін клімату для умов півдня України*).

24. Vozhehova R.A. Environmental, economic and energy efficiency of soil tillage systems in crop rotation under irrigation / R.A. Vozhehova, M.P. Maliarchuk, O.Y. Markovska, I.M. Biliayeva // Зрошуване землеробство: збірник наукових праць. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 67. – С. 12-15.

25. Біляєва І.М. Якісне насіння – запорука високих врожаїв / І.М. Біляєва, В.В. Клубук // Карантин і захист рослин. – 2017. – № 4-6. – С. 28.

26. Вожегова Р.А. Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова, М.П. Малярчук, І.М. Біляєва, О.Є. Марковська // Вісник аграрної науки. – 2017. – № 8. – С. 64-70.

27. Митрофанов О. АгроОлімп «Зрошення»: Агротехнологічний регламент вирощування сільськогосподарських культур в 4-пільній сівозміні на зрошенні / О. Митрофанов, В. Малярчук, П. Писаренко, І. Біляєва // Техніка і технології АПК. – 2017. – № 8 (95). – С. 19-22.

Статті у закордонних фахових виданнях та у виданнях, занесених до міжнародних наукометричних баз

28. Вожегова Р.А. Оптимизация структуры посевных площадей и моделирование севооборотов с учетом локальных параметров орошаемых и неполивных земель в условиях юга Украины / Р.А. Вожегова, И.Н. Беляева, С.В. Коковихин / Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, 2017. – Вып. 2(66).– С. 183-190 (*Наукове обґрунтування структури посівних площ і сівозмін господарств зони зрошення півдня України, моделювання показників вмісту гумусу на полях сівозмін*).

29. Vozhegova R.A. Scientific and practical substantiation of models in crop rotation on irrigated and unirrigated lands in Southern Ukraine / R.A. Vozhegova, I.M. Bilyaeva, A.N. Kerimov, S.V. Kokovikhin // The collection of sciences works of Azerbaijan Hydrotechnic and Melioration Scientific Production Union on 2016.– Baku: Science, 2016. – Vol. XXXVI. – P. 157-164 (*Наукове обґрунтування структури посівних площ і сівозмін господарств, узагальнення результатів моделювання вмісту гумусу в ґрунті, формулювання висновків*).

30. Вожегова Р.А. Агрометеорологическое обоснование режимов орошения сельскохозяйственных культур / Вожегова Р.А., Беляева И.Н., Коковихин С.В. // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, 2017. – Вып. 1(65).–

С. 187-191 (*Формування баз даних метеорологічних показників, розробка моделей змін клімату для умов півдня України*).

31. Вожегова Р.А. Моделювання та агроеліоративне обґрунтування сівозмін на неполивних і зрошуваних землях Південного Степу України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. - Запоріжжя : ІОК НААН, 2016. – Вип. 23. – С. 110-120 (*Формування баз даних метеорологічних показників, встановлення залежностей продуктивності зрошення для умов півдня України*).

32. Коковіхін С.В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи залежно від способів поливу та захисту рослин в умовах півдня України / С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агрономія. – 2017. – Вип. 237. – С. 9-12. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/7816> (*Проведення польових дослідів з гібридами кукурудзи, узагальнення даних, формулювання висновків*).

Тези доповідей на наукових конференціях, статті в інших виданнях

33. Вожегова Р.А. Інноваційні напрями розвитку зрошуваного землеробства в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва, О.О. Пілярська // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Айлант, 2013. – Вип. 60. – С. 14-16.

34. Коковіхін С.В. Проблеми інноваційного розвитку зрошуваного землеробства в умовах півдня України / С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва, В.Г. Пілярський // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні» присвяченій 130-річчю появи сільськогосподарської дослідної справи як організації та створення Полтавського дослідного поля (22 травня 2014 р.). – К.: Корзун, 2014 р. – С. 259.

35. База даних об'єктів права інтелектуальної власності, створених в

Інституті зрошеного землеробства НААН для трансферу їх агропромислового виробництва / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Айлант, 2015. – 33 с.

36. Коковихин С.В. Фотосинтетические показатели растений кукурузы в зависимости от различных условий выращивания / С.В. Коковихин, В.Г. Пилярский, П.В. Писаренко, И.Н. Беляева, Е.А. Пилярская // Борьба с засухой и урожай: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения К.Г. Шульмейстера (15 мая 2015 г.). – Волгоград, 2015. – С. 283-288.

37. Біляєва І.М. Індексний аналіз теплоенергетичних чинників та продуктивності зрошення за різних схем технологічного процесу / І.М. Біляєва // Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах : Міжнар. конф., тези доп. : Присвячена 110 річчю від дня народження декана агрономічного факультету Ліпеса Веніаміна Ельєвича (10-11 червня 2016 р). – Херсон : РВЦ «Колос», 2016. - С. 77-78.

38. Біляєва І.М. Науково-методологічні підходи моделювання динаміки вмісту гумусу та органічних речовин в зрошуваних ґрунтах Південного Степу України / І.М. Біляєва // Sophus Scientific Club. – 2016. – Вип. 10. – С. 71-80. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – http://sophus.at.ua/publ/2016_10_kampodilsk/naukovo_metodologichni_pidkhodi_modeljuvannja_dinamiki_vmistu_gumusu_ta_organichnikh_rechovin_v_zroshuvanikh_runtakh_pivdenного_stepu_ukrajini.

39. Біляєва І.М. Моделювання показників рухомих форм мікроелементів в темно-каштанових ґрунтах Південного Степу України за тривалого зрошення / І.М. Біляєва // Збірник тез Міжнародної наукової Інтернет-конференції «Олійні культури. Тенденції та перспективи» (1 листопада 2016 р.). – Запоріжжя: ІОК НААН, 2016. – С. 77-79.

40. Біляєва І.М. Динаміка гідротермічних показників та моделювання продуктивності сільськогосподарських культур при вирощуванні на

зрошуваних землях в умовах змін клімату / І.М. Біляєва // Sophus Scientific Club. – 2017. – Вип. 6. – С. 9-12. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – http://sophus.at.ua/publ/2017_06_kampodilsk/dunamika_hydrotermichnukh_pokaznukiv_ta_modelyvanna_produktyvnosti_silskogospodarskikh_kultur_pru_vuroshuvanni_na_zroshuvanikh_zemlakh_v_umovakh_zmin_klimatu.

41. Біляєва І.М. Наукове обґрунтування систем удобрення зрошуваних агрофітоценозів з моделюванням вмісту органічних та неорганічних сполук / І.М. Біляєва // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату», присвяченої Всесвітньому дню води (21 березня 2017 р.). – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. – С. 156-157.

42. Вожегова Р.А. Агромелиоративное обоснование севооборотов на неполивных и орошаемых землях Южной Степи Украины / Вожегова Р.А., Беляева И.Н., Коковихин С.В. // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Международной научно-практической конференции, г. Барнаул, 27-28 февраля 2017 г. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – С. 235-237.

43. Кіріяк Ю.П. Дослідження змін температурного режиму за багаторічний період у Південно-Степовій зоні України та вивчення його впливу на продуктивність пшениці озимої / Ю.П. Кіріяк, А.М. Коваленко, І.М. Біляєва, М.І. Федорчук, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 97. – С. 53-59.

44. Біляєва І.М. Перспективи використання ГІС-технологій при вирощуванні сільськогосподарських культур на зрошуваних землях / І.М. Біляєва // Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2017 р.) / НААН, МІП ім. В.М. Ремесла, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін.-т експертизи сортів рослин, М-во освіти та науки України, БНАУ, НУБіП. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – С. 11.

45. Біляєва І.М. Динаміка гідротермічних показників та моделювання продуктивності сільськогосподарських культур при вирощуванні на зрошуваних землях в умовах змін клімату / І.М. Біляєва // Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату: Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Кам'янець-Подільський 15-16 червня 2017 р). – Тернопіль : Крок, 2017. – С. 9-12.

46. Біляєва І.М. Інноваційні напрями розвитку зрошуваного землеробства в умовах півдня України / І.М. Біляєва // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (7 червня 2017 р., м. Київ). – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017. – С. 173-176.

Методичні рекомендації

47. Методичні рекомендації з моделювання продуктивності сільськогосподарських культур на зрошуваних і неполивних землях півдня України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коковіхін С.В., Малярчук М.П., Писаренко П.В. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 45 с. *(Узагальнення результатів польових досліджень з різними с.-г. культурами за їх вирощування на зрошуваних землях).*

48. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування соняшнику в умовах Степу України / Вожегова Р.А., Коковіхін С.В., Нестерчук В.В., Біляєва І.М., Рудий О.Е. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 32 с. *(Узагальнення результатів польових досліджень з гібридами і сортами соняшнику за вирощування в неполивних і зрошуваних умовах).*

49. Науково-методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня України / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Біляєва І.М., Малярчук М.П. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 16 с. *(Узагальнення результатів польових досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН з гібридами кукурудзи за вирощування на зрошуваних*

землях).

50. Методичні рекомендації з планування та оперативного управління режимами зрошення в умовах півдня України / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Писаренко П.В., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 64 с. *(Наукове обґрунтування режимів зрошення, практичні рекомендації щодо застосування інформаційних технологій для планування та оперативного зрошенням).*

51. Методичні рекомендації з трансферу інновацій в агровиробничі системи Південного Степу України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Малярчук М.П., Коковіхін С.В. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 16 с. *(Формулювання практичних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях).*

52. Вожегова Р.А. Широкий уніфікований класифікатор – довідник роду *Gossypium hirsutum* (L.). / Вожегова Р.А., Рябчун В.К., Боровик В.О., Біляєва І.М. та ін. // Класифікатор – довідник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 50 с.

53. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування пшениці озимої в умовах Південного Степу України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коковіхін С.В., Вожегов С.Г. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 32 с. *(Узагальнення результатів польових досліджень Інституту зрошеного землеробства НААН з сортами пшениці озимої за вирощування на зрошуваних землях).*

54. Вожегова Р.А. Технологічні заходи підготовки та сівби озимих зернових культур під урожай 2017 року в посушливих умовах Південного Степу: науково-методичні рекомендації / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, І.М. Біляєва та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 38 с.

Патенти та авторські свідоцтва

55. Спосіб використання зрошуваних земель залежно від водозабезпечення в зоні дії основних зрошувальних систем України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М. та ін. – № 102548; заявл. 16.07.2015; опубл. 10.11.2015, Бюл.

№ 7 *(Безпосередня участь у польових дослідях, узагальнення результатів досліджень, моделювання витрат поливної води, розробка заходів ресурсозбереження).*

56. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 70453. Монографія «Методика оцінки ефективності інвестицій в інноваційний розвиток агарного сектору» / Вожегова Р.А., Грановська Л.М., Димов О.М. Бояркіна Л.В., Репілевський Е.В., Біляєва І.М, та ін. – дата реєстрації 15.02.2017 *(Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях).*

57. Спосіб оптимізації витрат води при виробництві зерна в короткоротаційній сівозміні на зрошенні / Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Біляєва І.М. та ін. – № 115727; заявл. 12.02.2017; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 12 *(Формування баз даних продуктивності культур зрошуваних сівозмін, створення моделей врожайності та водозабезпеченості, узагальнення результатів досліджень).*

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ.....	21
ВСТУП	23
РОЗДІЛ 1 ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ (СТАН ПРОБЛЕМИ).....	33
1.1 Теоретичні основи та еколого-меліоративні аспекти обраного напрямку досліджень.....	34
1.2 Науково-методичні та агроекологічні підходи оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях ...	42
1.3 Основні напрями підвищення продуктивності зрошуваних агроecosystem з урахуванням їх меліоративного стану	50
Висновки до розділу 1.....	60
РОЗДІЛ 2 УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	62
2.1 Характеристика ґрунтового покриву зони проведення досліджень.....	62
2.2 Клімат Південного Степу України та особливості метеорологічних умов у роки проведення досліджень.....	67
2.3 Програми та методика проведення досліджень.....	83
2.4 Характеристика приладів контролю за станом ґрунту й рослин, особливості їх використання в польових умовах	90
РОЗДІЛ 3 КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ ЗА УМОВ ЗМІН КЛІМАТУ	98

3.1 Гідротермічний потенціал Південного Степу України та вплив змін клімату на продуктивність зрошуваних агроecosystem	99
3.2 Адаптування інтенсивних технологій вирощування до метеорологічних умов.....	120
3.3 Формування баз даних агрометеорологічних показників для прогнозування врожайності та моделювання продуктивності сільськогосподарських культур в умовах зрошення	129
Висновки до розділу 3.....	133
РОЗДІЛ 4 НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СІВОЗМІН З ВРАХУВАННЯМ ГІДРОМОДУЛЯ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ.....	136
4.1 Науково-практичні аспекти та методологічні принципи оптимізації структури посівних площ для умов зрошення.....	137
4.2 Оптимізація структури посівних площ на зрошуваних землях з урахуванням показників гідромодулю системи та біологічних потреб культур.....	151
4.3 Моделювання та агроecологічне обґрунтування сівозмін	159
Висновки до розділу 4.....	171
РОЗДІЛ 5 НАУКОВІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ НОРМУВАННЯ МАКРО- ТА МІКРОДОБРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ	174
5.1 Нормування системи удобрення на зрошуваних землях	175
5.2 Наукове обґрунтування застосування мікродобрив на зрошуваних землях	180

5.3 Моделювання показників вмісту рухомих форм мікроелементів за тривалого зрошення та розробка заходів збереження їх родючості.....	190
Висновки до розділу 5.....	202
РОЗДІЛ 6 МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ З АДАПТУВАННЯМ ЇХ ДО СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ГОСПОДАРСТВ	204
6.1 Агроекологічні та еколого-економічні засади формування моделей агроecosистем на зрошуваних землях за допомогою спеціальних комп'ютерних програм та інформаційних технологій	205
6.2 Кореляційно-регресійні моделі використання вологи різними культурами	219
6.3 Множинні кореляційні моделі та нейронні мережі продуктивності досліджуваних культур на зрошуваних землях	230
Висновки до розділу 6.....	236
РОЗДІЛ 7 ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ІНГУЛЕЦЬКОЇ Й ДНІПРОВСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ	239
7.1 Методологічні засади формування оптимізаційних моделей та вирішення проблем підвищення продуктивності зрошуваних агроecosистем.....	239
7.2 Практичні аспекти кластеризації хімічного складу інгулецької та дніпровської зрошувальних вод.....	246
7.3 Кореляційно-регресійні залежності між мінералізацією зрошуваної води та умовами вологозабезпеченості	260
Висновки до розділу 7.....	266

РОЗДІЛ 8 ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО НАПРЯМКУ, ЕКОНОМІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА СТВОРЕНИХ МОДЕЛЕЙ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ	268
8.1 Науково-методологічні аспекти інноваційного розвитку зрошуваних агроecosystem та підвищення ефективності штучного зволоження	269
8.2 Формування баз даних вітчизняних інноваційних розробок з оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях	272
8.3 Наукове забезпечення інноваційних процесів в АПК України	276
8.4 Бази даних інноваційних проектів Інституту зрошеного землеробства НААН	282
8.5 Організаційно-економічні аспекти вирішення глобальної продовольчої проблеми за допомогою зрошення	289
8.6 Економічна та енергетична оцінка параметрів інтенсифікації землеробства на зрошуваних землях	300
8.7 Виробнича перевірка розроблених моделей зрошуваних агроecosystem	305
Висновки до розділу 8.....	316
ВИСНОВКИ.....	320
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	325
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	326
ДОДАТКИ.....	374

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

I – індекс оцінки агрометеорологічних умов вегетаційного періоду.

T – середня температура повітря, °С.

T_n – мінімальна максимальна (T_x) температура, °С.

T_x – максимальна температура, °С.

RRR – кількість атмосферних опадів, мм.

U – відносна вологість повітря, %.

F_f – швидкість вітру, м/с.

N – загальна хмарність, %.

$\sum \ominus$ – сума опадів за певний період, мм.

$\sum t$ – сума температур вище 10°С за досліджуваний період, °С.

$Y_{теор}$ – теоретичний показник урожайності, який встановлюється за лінією тренду і розрахованими рівняннями регресії, ц/га.

$Y_{факт}$ – фактичний рівень урожайності певного року, ц/га.

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

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

E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, м³/га.

h – глибина зволоженого шару ґрунту, м.

M – зрошувальна норма за період, м³/га.

m – поливна норма, м³/га.

O – опади за період, м³/га.

t – середньодобова температура повітря розрахункового періоду, °С.

v – об'ємна маса ґрунту, т/м³.

W_h – запас води в активному шарі ґрунту на початку вегетаційного (розрахункового) періоду, м³/га.

W_k – запас води в активному шарі ґрунту в кінці вегетаційного (розрахункового) періоду, м³/га.

α – середньодобова відносна вологість повітря за період, %.

ГТК – гідротермічний коефіцієнт.

DE – дефіцит випаровуваності, мм.

E_0 – випаровуваність за розрахунковий період, мм.

E_y – енергоємність врожаю культури, ГДж/га.

$E_{\Phi AP}$ – енергією ΦAP , яка поглинена посівами за період вегетації сільськогосподарських культур, ГДж/га.

$E_{\Phi AP_{en}}$ – енергія фотосинтетично-активної за теплий період року з температурою більше 5°C, ГДж/га.

K_E – коефіцієнт водоспоживання, м³/т.

K_{ef} – коефіцієнт ефективності зрошення, кг/м³.

$K_{\Phi AP}$ – коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації, %.

M – зрошувальна норма, м³/га.

НВ – найменша вологоємність ґрунту, %.

O – опади за розрахунковий період, мм.

P – забезпеченість року за дефіцитом випаровуваності, %.

T_{en} – період вегетаційних з температурою більше 5°C, днів.

T_{ne} – вегетаційних період с.-г. культури, днів.

U – врожайність культур, т/га.

U_z – урожайність при зрошенні, кг/га.

U_c – урожайність без зрошення, кг/га.

ФАО ООН – Продовольча і сільськогосподарська організація Організації об'єднаних націй.

ΦAP – фотосинтетично-активна радіація, ГДж/га.

ВСТУП

Актуальність теми. Зрошення за умов підвищення посушливості клімату є визначальним заходом інтенсифікації сільськогосподарського виробництва в Степовій зоні України. За останні десятиліття на Землі загострюються глобальні екологічні загрози, зокрема зміни клімату, опустелювання, втрата біорізноманіття, які руйнують природні ресурси та створюють небезпеку для існування людства. В Україні ці загрози є не менш небезпечними, особливо це стосується змін клімату, які проявляються жорсткими посухами на півдні, а також повеннями – у західних регіонах. Крім того, надзвичайно актуальною проблемою є деградація ґрунтів, що впливає не лише на врожайність та якість рослинницької продукції, але і викликає суттєві економічні втрати на регіональному та державному рівнях [335, 389, 422].

Важливість та актуальність порушених у дисертаційній роботі питань підтверджена трьома Конвенціями ООН про охорону біорізноманіття, Конвенцією ООН про боротьбу з опустелюванням, Рамковою Конвенцією ООН про зміни клімату [453, 463, 468]. Для подолання негативного впливу змін клімату, опустелювання та деградації ґрунтів, які істотно позначаються на ефективності функціонування аграрного сектору економіки, науковими установами Національної академії аграрних наук України розроблено високоефективні інноваційні технології виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях. Вагомий внесок у розвиток зрошеного землеробства зробили вчені – С. Д. Лисогоров, В. О. Ушкаренко, О. О. Собко, П. І. Коваленко, М. І. Ромащенко, А. П. Орлюк, І. Д. Філіп'єв, А. О. Лимар, В. А. Писаренко, В. В. Гамаюнова та інші. Водночас зміна земельних відносин в Україні вимагає поглибленого теоретичного обґрунтування і виробничого впровадження інтенсивної системи землеробства на зрошуваних землях відповідно до спеціалізації господарств на засадах адаптації до змін клімату, енергозбереження, економічної доцільності та екологічної безпеки [93, 206, 333, 358, 461].

Питання оптимізації взаємодії зрошення з структурою посівних площ, сівозмінами, системами удобрення, обробітком ґрунту, захистом рослин від шкідливих організмів на фоні комплексної меліорації та механізації технологічних процесів, які сприяють більш повному використанню природно-кліматичного потенціалу регіону, забезпечуючи реалізацію генетично обумовленого потенціалу продуктивності новітніх сортів і гібридів сільськогосподарських культур, знаходяться у центрі уваги аграрної науки України [102, 269, 427, 433].

Для комплексного вирішення цих питань нами розроблено багатофункціональну інформаційну базу із застосуванням сучасних геоінформаційних технологій, яка дозволяє моделювати водний режим ґрунту, оптимізувати режими зрошення сільськогосподарських культур, нормувати витрати поливної води, добрив, пестицидів та підвищувати продуктивність сільськогосподарських культур [127, 145, 206]. Ці проблеми є актуальними та вимагають експериментального вирішення з точки зору підвищення продуктивності зрошуваних земель, врахування впливу на параметри ефективності ведення землеробства на зрошуваних землях природних (зміни клімату, погодні умови, родючість ґрунту тощо) та агротехнологічних (інтенсифікація технологій вирощування, типи режимів зрошення, нормування системи удобрення, диференціація обробітку ґрунту та ін.) чинників. Від їх вирішення значною мірою залежить стабільність функціонування агропромислового комплексу та продовольча безпека України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Науково-дослідна робота за темою дисертації була складовою частиною тематичного плану Інституту зрошуваного землеробства НААН з виконання державних науково-технічних програм «Виробництво продукції на меліорованих землях», «Родючість ґрунтів», «Розвиток меліорованих територій», «Наукові основи та технології сталого використання водних ресурсів і меліорованих земель» та «Інноваційний розвиток» згідно з завданнями: «Встановити залежність продуктивності зрошуваних агроценозів від вологозабезпеченості років і рівня

інтенсифікації землеробства за даними експериментальних досліджень, розробити моделі зв'язку «врожай – вологозабезпеченість» та виконати ідентифікацію їхніх параметрів» (2006-2010 рр., № ДР 0106U006135); «Виконати теоретичні та експериментальні дослідження з методів планування зрошення на засадах інтегрованого управління водними та земельними ресурсами» (2006-2010 рр., № ДР 0106U005328); «Розробити новітні технології вирощування зернових і технічних культур на зрошуваних землях Півдня України» (2006-2010 рр., № ДР 0106U006134); «Розробити програмний комплекс для ефективного використання термічних, ґрунтових і водних ресурсів Півдня України» (№ ДР 0106U006129); «Розробити автоматизовану систему «Зрошуване землеробство» для умов Півдня України» (2006-2010 рр., № ДР 0106U006130); «Дослідити вплив якості води і локального характеру зволоження на ґрунтові процеси, продуктивність сільськогосподарських культур та елементи систем мікродощування, обґрунтувати напрями і методологію удосконалення способів підготовки води в системах мікродощування нового покоління» (2006-2010 рр., № ДР 0108U005991); «Розробити систему інформаційного забезпечення вирощування сільськогосподарських культур при мікрозрошенні» (2008-2012 рр., № ДР 0108U005999); «Вивчити закономірності та розробити математичні моделі формування урожаю польових культур при зрошенні» (2008-2012 рр., № ДР 0108U005998); «Наукове обґрунтування та розробка систем управління продукційними процесами в агроценозах зрошуваних меліоративних систем і агроландшафтів зони Південного Степу в умовах глобальних змін клімату» (2016-2018 рр., № ДР 0115U003712); «Наукові основи ефективного функціонування та інноваційно-інвестиційного розвитку аграрної науки в конкурентних умовах міжнародної інтеграції» (2016-2020 рр., № ДР 0115U003959), в яких автор була відповідальним виконавцем та науковим керівником.

Мета дисертаційної роботи – теоретично обґрунтувати та розробити заходи підвищення продуктивності зрошуваних земель в умовах Південного

Степу України з урахуванням природних, технологічних, економічних, енергетичних, екологічних чинників, нормуванням і моделюванням природних та технологічних процесів, впровадженням новітніх інформаційних засобів і спеціальних комп'ютерних програм.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішення таких завдань:

- здійснити комплексну агроекологічну оцінку впливу гідротермічних чинників на продуктивність зрошуваних агроecosистем за умов змін клімату;
- вдосконалити схеми сівозмін з урахуванням еколого-меліоративного стану зрошуваних земель, параметрів гідромодулю, господарсько-економічних показників та спеціалізації господарств різних форм власності;
- визначити ефективність застосування органічних, мінеральних і мікродобрих для моделювання, оптимізації систем удобрення, встановити математичні зв'язки між динамікою макро- та мікроелементів за тривалого зрошення;
- розробити ресурсо- та енергозберігаючі моделі зрошуваних агроecosистем з адаптуванням до змін клімату;
- провести оцінку якості інгулецької та дніпровської води для зрошення в динаміці протягом вегетаційного періоду із застосуванням методу кластерного аналізу;
- здійснити комплексну оцінку розроблених інноваційних заходів і технологій підвищення продуктивності зрошуваних земель в умовах Південного Степу України для впровадження їх у виробництво;
- провести економічну та енергетичну оцінку зрошуваних агроecosистем з метою оптимізації витрат та підвищення їх продуктивності.

Об'єкт дослідження – процеси змін клімату та моделювання ресурсо- та енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур у зрошуваних агроecosистемах в умовах Південного Степу України.

Предмет досліджень – клімат, ґрунтовий покрив у зоні різних зрошувальних систем, зрошувальна вода, сівозміни, водний, поживний,

сольовий режим та гумусовий стан ґрунтів, економічна і енергетична ефективність моделей агроєкосистеми та технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Методи дослідження. У роботі використовували загальнонаукові та спеціальні методи. Із загальнонаукових застосовували: польовий експеримент, спостереження та аналіз. Серед спеціальних користувалися основними методами наукових досліджень у сільськогосподарських меліораціях та агрономії: лабораторний, польовий та статистичний. Показники продукційного процесу досліджуваних культур обробляли за допомогою порівняльно-обчислювальних методів (дисперсійний, кореляційний, регресійний і варіаційний аналіз). Розрахунковим методом визначали економічну та енергетичну ефективність застосування досліджуваних чинників для підвищення продуктивності зрошуваних агроєкосистем.

Наукова новизна одержаних результатів полягала у розв'язанні наукової проблеми та агроєкологічного обґрунтування ресурсо- та енергозберігаючих зрошуваних моделей агроєкосистем, адаптованих до змін клімату з метою підвищення їх продуктивності, нормування ресурсів, моделювання та практичного використання на виробничому рівні спеціальних комп'ютерних програм.

Вперше:

- проведено комплексну оцінку впливу гідротермічних умов на продуктивність різних моделей зрошуваних агроєкосистем на локальному та регіональному рівнях за умов адаптації до змін клімату;
- визначено ефективність застосування макро- та мікродобрив з встановленням нормативних параметрів для підвищення продуктивності зрошуваних агроєкосистем;
- створено моделі технологій вирощування сільськогосподарських культур, адаптованих до локальних природних умов та різного рівня ресурсного забезпечення;
- проведено порівняльну оцінку якісного складу інгулецької та

дніпровської зрошувальної води із застосуванням методу кластерного аналізу;

– розроблено та науково-обґрунтовано інноваційні підходи до розвитку зрошувальних меліорацій, підвищення їх ефективності та конкурентоспроможності зрошуваних агроєкосистем.

Удосконалено систему агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності, зменшення витрат ресурсів, мінімізації антропогенного навантаження на зрошувані агроєкосистеми, наукові положення формування сівозмін з урахуванням еколого-меліоративного стану зрошуваних земель та господарсько-економічних параметрів господарств зони зрошення Південного Степу України.

Набули подальшого розвитку наукові положення з визначення показників динаміки сумарного водоспоживання сільськогосподарських культур у різних сівозмінах залежно від природних та агротехнологічних чинників.

Обґрунтовано економічну й енергетичну ефективність застосування зрошення в умовах Південного Степу України при вирощуванні основних польових культур.

Наукова новизна висвітлених у дисертаційній роботі результатів досліджень підтверджена одержаними патентами і свідоцтвами про реєстрацію авторського права на твір.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі порівняльних аналізів, обліків і спостережень встановлено, що розроблені агроєкологічні заходи підвищення продуктивності зрошуваних земель в умовах Південного Степу України мають практичне значення і широко впроваджені у виробництво. Моделювання водного режиму з використанням сучасних інформаційних засобів з встановленням параметрів евапотранспірації з метою наукового обґрунтування режимів зрошення, нормування витрат поливної води, добрив, пестицидів та інших ресурсів дозволяє підвищити врожайність польових культур до 20-25%, забезпечує економію поливної води на 15-30%, сприяє зростанню прибутків та покращенню агроєкологічного стану ґрунтів.

Для планування зрошення та оптимізації ресурсозберігаючих технологій вирощування доцільно використовувати спеціальні комп'ютерні програми (наприклад, CROPWAT 8.0), які спрощують розрахунки складових елементів водного режиму ґрунту та водопотреби для окремих площ сільськогосподарських культур, враховують поточні сценарії метеорологічних умов, забезпечують високу точність розрахунків, мають економічні та екологічні переваги.

Результати досліджень було впроваджено в сільськогосподарських підприємствах Херсонської області протягом 2012-2016 рр. за сприяння Департаменту агропромислового розвитку Херсонської ОДА (додаток А.2) та Херсонського обласного управління водних ресурсів (додаток А.3) на загальній площі понад 50 тис. га зрошуваних земель Південного Степу України, а також пройшли виробничу апробацію в умовах ДП «Дослідне господарство «Асканійське» Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошувального землеробства НААН (додаток А.4) на площі 155 га, ДП «Дослідне господарство «Каховське» Інституту зрошувального землеробства НААН (додаток А.5) на площі 375 га та ТОВ «Сільськогосподарське підприємство «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області (додаток А.6) на площі 525 га.

Результати дисертаційних досліджень використовуються в навчальному процесі Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» з викладання загальних курсів дисциплін «Сільськогосподарські меліорації», «Зрошуване землеробство» та «Агрометеорологія» на агрономічному факультеті (додаток А.7).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійною, завершеною науковою працею. Особисто автором здійснено пошук та опрацювання літературних джерел за темою дисертаційної роботи, планування та виконання польових досліджень. Автор приймала безпосередню участь у виконанні експериментальних досліджень, визначенні, узагальненні та статистичній обробці одержаних даних. Підготовлено до друку статті та

монографії, здійснено впровадження результатів досліджень у виробництво. Друковані праці за темою дисертації підготовлено самостійно та у співавторстві, частка творчого внеску в опублікованих у співавторстві працях полягає в плануванні та виконанні експериментальних досліджень, узагальненні та опрацюванні результатів, а також підготовці рукописів до друку. Впровадження розробок у виробництво здійснювалось безпосередньою за участю дисертантки або під її керівництвом.

В окремих розділах дисертаційної роботи й авторефераті, як первинний цифровий матеріал для моделювання технологій вирощування сільськогосподарських культур зрошуваних агроєкосистем, здійснення дисперсійного, кореляційно-регресійного, варіаційного аналізів, використано експериментальні дані, одержані сумісно з іншими вченими Інституту зрошуваного землеробства НААН, про що зазначається відповідними посиланнями, а спільні авторські права закріплені патентами та свідоцтвами авторського права на твір.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи щорічно доповідались на засіданнях методичної комісії та вченої ради Інституту зрошуваного землеробства НААН, обласних, районних і міжнародних науково-практичних семінарах та конференціях з питань меліорації, зрошуваного землеробства, рослинництва, економіки та екології, а також науково-практичних конференціях: «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління» (Мелітополь, ТДАТУ, 2009); «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України» (Херсон, ІЗЗ НААН, 2009); «Інтегроване управління меліорованими ландшафтами» (Херсон, ІЗЗ НААН, 2011); «Стан та перспективи виробництва сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях» (Херсон, ІЗЗ НААН, 2012); «Використання ГІС та ДЗЗ у землекористуванні» (Миколаїв, МНАУ, 2012); «Адаптація землеробства до змін клімату – шлях підвищення функціонування сільського господарства» (Херсон, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2013 р.); «Ефективне ведення землеробства

в Степу України» (Херсон, ІЗЗ НААН, 2013); «Комплексні меліорації земель, як складова раціонального природокористування» (Херсон, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2013); «Стратегія підвищення ефективності та конкурентоспроможності аграрного сектору економіки» (Херсон, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2013); «Актуальні питання вирощування сільськогосподарських культур у південному регіоні України» (Херсон, ІЗЗ НААН, 2014); «Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату» (Херсон, ІЗЗ НААН, 2015); «Інноваційний розвиток АПК України: проблеми та їх вирішення» (Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир, 2015 р.); «Актуальні проблеми та напрями розвитку агробізнесу та правового забезпечення АПК в Україні та світі» (Херсон, ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», 2015); «Олійні культури. Тенденції та перспективи» (Запоріжжя, Інститут олійних культур НААН, 2016); «Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції» (Кам'янець-Подільський, ПДАТУ, 2016); «Європейська інтеграція: досвід Німеччини та України» (Херсон, Херсонська облдержадміністрація, 2016); «Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах зміни клімату» (Херсон, ІЗЗ НААН, 2016); «Інновації в сфері захисту навколишнього середовища» (Херсон, Херсонська облдержадміністрація, 2016); «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату» (Київ, Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2017); «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (с. Центральне Миронівського р-ну Київської обл., Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН, 2017); «Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку» (Київ, Український інститут експертизи сортів рослин, 2017); «Новітні системи землеробства та шляхи підвищення еколого-біологічної ефективності використання земель в сучасному агрокомплексі» (Дніпро, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, 2017).

Публікації результатів досліджень. За результатами наукових досліджень опубліковано 57 наукових праць, з яких 19 у фахових виданнях, у закордонних фахових виданнях та у виданнях, занесених до міжнародних наукометричних баз – 5, монографій і навчальних посібників – 8, патентів та авторських свідоцтв – 3, матеріалів конференцій – 19, методичних рекомендацій – 8. Автором особисто здійснено інформаційний пошук та аналіз літературних джерел за напрямками публікацій, які віддзеркалюють результати дисертаційної роботи, узагальнено багаторічні експериментальні дані, сформовано бази даних показників продуктивності досліджуваних сільськогосподарських культур, метеорологічних параметрів, складових елементів технологій вирощування тощо.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 422 сторінках машинописного тексту (з них 242 основного), що складається зі вступу, 8 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та 33 додатки. Роботу проілюстровано 41 таблицями, 80 рисунками. Список використаних джерел налічує 507 найменувань, з яких 50 – латиницею.

Автор висловлює щире подяку науковим співробітникам відділу зрошеного землеробства та агротехнологій, лабораторії неполивного землеробства Інституту зрошеного землеробства НААН за допомогу під час проведення польових і лабораторних досліджень, а також за участь в аналітичних дослідженнях експериментальних даних показників продуктивності зрошуваних агроecosystem. Особлива вдячність науковому консультанту, доктору сільськогосподарських наук, професору, член-кореспонденту НААН Вожеговій Р.А. за методичну допомогу під час проведення досліджень та узагальненні їх результатів.

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ (СТАН ПРОБЛЕМИ)

Зрошення, в комплексі водних меліорацій земель, належить до глобальних стратегічних напрямів інтенсифікації сільського господарства різних країн світу, в тому числі й України, забезпечення сталого виробництва рослинницької продукції, особливо в роки з несприятливими кліматичними умовами [16, 33, 48, 122, 200].

Від ефективного використання та збереження зрошуваних земель значною мірою залежать продовольча безпека, економічна та екологічні аспекти. В посушливих регіонах світу, до яких відноситься і Південний Степ України, найбільш ефективним та надійним заходом стабілізації ведення землеробства є штучне зволоження, яке дозволяє стабілізувати продуктивність сільськогосподарських культур та попередити катастрофічне зниження валових зборів рослинницької продукції у роки з несприятливими погодними умовами (відсутність опадів, високі температури повітря, суховії тощо) [77, 124, 161, 197, 220].

В агроекономічному аспекті ефективність виробництва у зрошуваному землеробстві залежить від двох груп чинників. До першої групи відносяться чинники, які формуються на рівні держави, органів самоврядування, місцевих локальних особливостей взаємозв'язків з органами держаної влади і не залежать від товаровиробників. Основними з них є: цінова, кредитна і податкова системи, підтримка галузі на державному і регіональному рівнях, регулювання відносин власності, розвиток науки та інші. До другої групи відносяться чинники, які залежать безпосередньо від товаровиробника. Це розробка, удосконалення та впровадження систем ведення зрошуваного землеробства, сучасних способів поливу, нової сільськогосподарської і дощувальної техніки, конкурентноздатних культур, високоврожайних,

адаптованих до умов зрошення сортів, систем удобрення та захисту рослин, контроль стану вологості ґрунту та своєчасне проведення поливів тощо [1, 91, 125, 299, 383].

1.1 Теоретичні основи та еколого-меліоративні аспекти обраного напрямку досліджень

Головним завданням сучасної аграрної політики України є формування ефективного та конкурентоспроможного сільськогосподарського виробництва, що компенсує попит харчової і переробної промисловості, забезпечує потреби населення країни в продуктах харчування та дозволяє отримати валютні кошти за рахунок реалізації рослинницької продукції на світові ринки. За таких умов важливе значення слід приділяти питанням розвитку сільського господарства в аридних зонах України, до яких відноситься Південний Степ, де ефективно ведення землеробства можливо лише на зрошуваних землях [11, 42, 304, 431, 440].

Інтенсифікація сучасного рослинництва в багатьох регіонах світу досягла високого, а в найрозвинутіших країнах – максимального рівня. Штучна енергія, що витрачається в рослинництві, компенсується все меншими приростами урожайності сільськогосподарських культур, а подальший ріст інтенсифікації технологій їх вирощування поєднаний з прогресуючим забрудненням зовнішнього середовища. При цьому виробництво рослинницької продукції для задоволення зростаючих потреб населення повинно постійно зростати. Науковими дослідженнями та практичним досвідом доведено, що недостатній ріст продуктивності рослинництва за зростаючих темпів його інтенсифікації обумовлений екологічною стійкістю агрофітоценозів внаслідок зменшення окупності агроресурсів та необґрунтованого застосування усього арсеналу засобів інтенсифікації через відсутність ефективних технічних рішень, зокрема подачі необхідної кількості вологи й поживних речовин у прикореневу зону рослин, а засобів їх захисту – в

осередки скупчення шкідливих організмів [39, 84, 194, 381, 385].

Одним із найефективніших і найпоширеніших заходів інтенсифікації рослинництва на сучасному етапі його розвитку є штучне зволоження в регіонах з недостатнім рівнем природного вологозабезпечення. Згідно з даними ЮНЕСКО, 60% річних витрат прісної води на планеті споживається у сільському господарстві, в основному, на зрошення [454].

Не можна не сказати і про те, що проблема економії і раціонального використання прісної води в багатьох регіонах, у тому числі в Україні, має характер, що прогресивно загострюється і є частиною глобальної світової проблеми. Загальні запаси води на Землі оцінюються в 1,5 млрд км³. Проте тільки 2,8% цієї кількості є дійсно прісною водою, з них 2,2% припадає на льодовики Арктики й Антарктики. Таким чином, запаси прісної води на Землі не перевищують 0,6% всієї її кількості, або менше 10 млн км³. При цьому ресурси води щорічно зменшуються на 5 тис. км³ внаслідок перетікання її у Світовий океан. У результаті рівень океану щорічно (за останні півстоліття) підвищується на 2 мм, а прісних озер – знижується приблизно на 15 см. Одночасно збільшуються витрати прісної води на потреби стрімко зростаючого людства [230, 261, 310, 342, 374].

В перспективному напрямі особливий інтерес становить досвід розвитку іригації в США. На основі багаторічного досвіду і наукових досліджень встановлено: у природних умовах країни при річній сумі опадів 350-400 мм вести сільськогосподарське виробництво без зрошення практично неможливо. Так, при сумі атмосферних опадів 350-500 мм вирощування польових культур ризиковано і навіть річна сума опадів в 625 мм недостатня для одержання високих і сталих урожаїв. У 1910 р. площа зрошуваних земель у США складала лише 5,7 млн га, а в 1993 році підвищилася в 3,6 рази – до 20,7 млн. У теперішній час в районах нестійкого зволоження і в напівпосушливих штатах зрошення забезпечує підвищення врожайності в 2-2,5 рази. В найбільш посушливих штатах за останні десятиліття темпи приросту зрошуваних земель значно зменшилися через дефіцит водних ресурсів. Ця обставина значною

мірою стимулювала розвиток ресурсощадних способів штучного зволоження і, в першу чергу, краплинного зрошення [483].

В умовах зростаючого дефіциту водних ресурсів у США особливого значення набуває оптимізація режимів зрошення. Із цією метою функціонує служба управління зрошенням, яка здійснює централізоване планування поливних режимів з комп'ютерного центру. Цикл збору інформації (про метеорологічні умови, властивості ґрунтів, запаси доступної вологи тощо) охоплює зрошувані площі в сотні тисяч гектарів з аналізом поточної інформації та видачі наукових рекомендацій протягом 24 год. [493].

Україна теж належить до держав, де зрошувані землі відігравали й відіграватимуть важливу роль у забезпеченні людей продовольством. Це зумовлено тим, що значна частина її території знаходиться в зоні недостатнього та нестійкого зволоження. Площа зрошення на початку 90-х років сягнула 2,6 млн га і збільшилась майже в 2,5 рази порівняно з 1950 роком. На поливних землях, що займали близько 8% орних земель, виробляли понад 60% овочів, третину кормів, 100% рису, значну частину зерна, а продуктивність зрошеного гектара була в 2,0-2,5 рази вищою порівняно з неполивними умовами [257, 335, 364].

Високий технічний рівень зрошувальних систем у поєднанні з прогресивними методами управління водорозподілом і інноваційними технологіями штучного зволоження забезпечують сталу продуктивність зрошеного землеробства. Проте, починаючи з 1990 року, внаслідок негативних проявів реформування сільськогосподарської галузі України (розформування великих господарств з наявними зрошуваними землями, розпаювання поливних земель, економічна криза тощо) відбувся процес різкого скорочення площ зі штучним зволоженням: з 2291 тис. га до 615 тис. га – у 2005 р. і до 378 тис. га – у 2016 р. (рис. 1.1). Протягом останніх років відзначається стабілізація площ зрошуваних земель з суттєвим зростанням питомої ваги площ краплинного зрошення – до 78 тис. га [289].

Падіння валового виробництва сільськогосподарської продукції на

зрошуваних землях та зменшення їх частки у продовольчому забезпеченні держави є наслідком як істотного зниження врожайності сільськогосподарських культур, так і зменшення площ фактичного поливу [73].

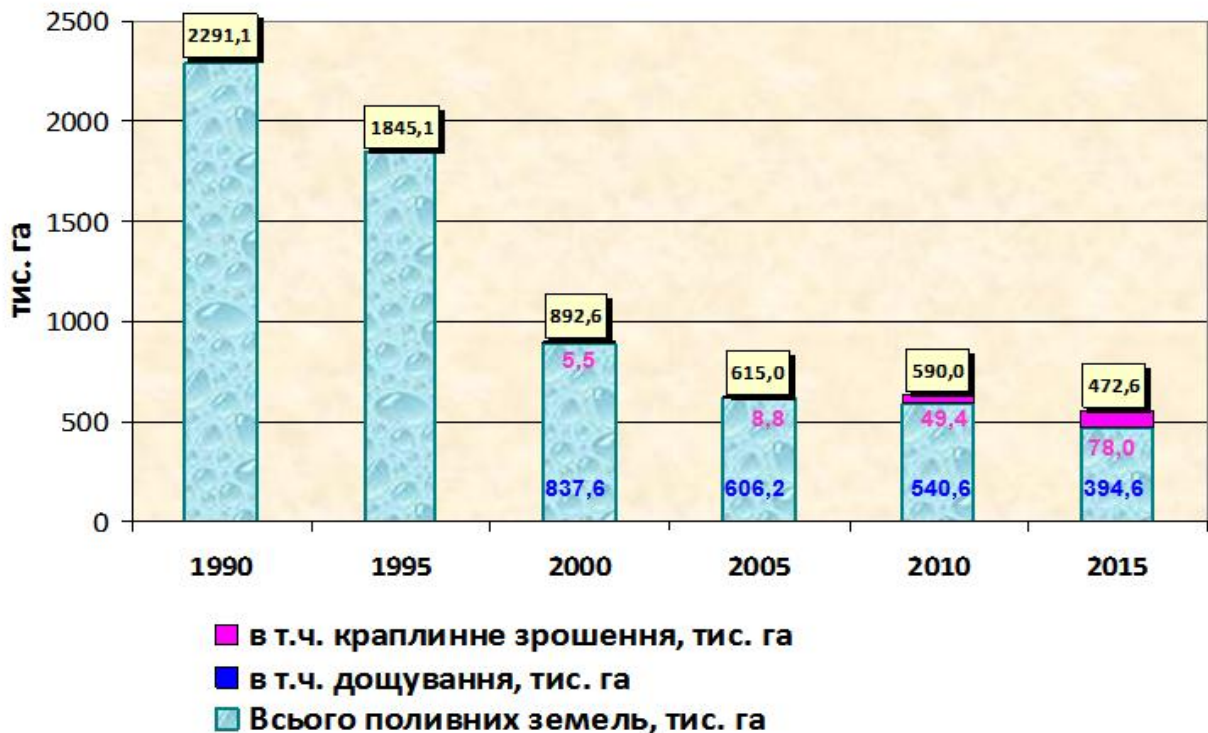


Рис. 1.1 Динаміка площ поливних земель в Україні та питома вага дощування й краплинного зрошення [73]

Зменшення водоподачі та зрошувальних норм відображає нездатність зрошувальних систем у нинішніх умовах забезпечувати подачу на поля зрошувальної води в обсягах, що відповідають фактичному дефіциту вологи для різних сільськогосподарських культур (рис. 1.2). За умов скорочення подачі обсягів поливної води та істотних відхилень показників зрошувальних норм гостро постають питання планування режимів зрошення з використанням сучасних методів і технологій [96, 103, 171].

Планування штучного зволоження визначено як процес передбачення оптимальної кількості й розподілу в часі поливної води за окремими масивами, полями та ділянками. Прогнозування зрошення дозволяє вирішити задачі щодо подачі необхідної кількості поливної води на окремі поля сівозмін, а також для задоволення господарств у цілому. Головна мета оптимізованого штучного

зволоження – максимізувати ефективність зрошення за допомогою подачі необхідної кількості води на локальні ділянки господарств, яка подолає дефіцит водоспоживання й дозволить рослинам повною мірою реалізувати свій генетичний потенціал [173, 248, 288].

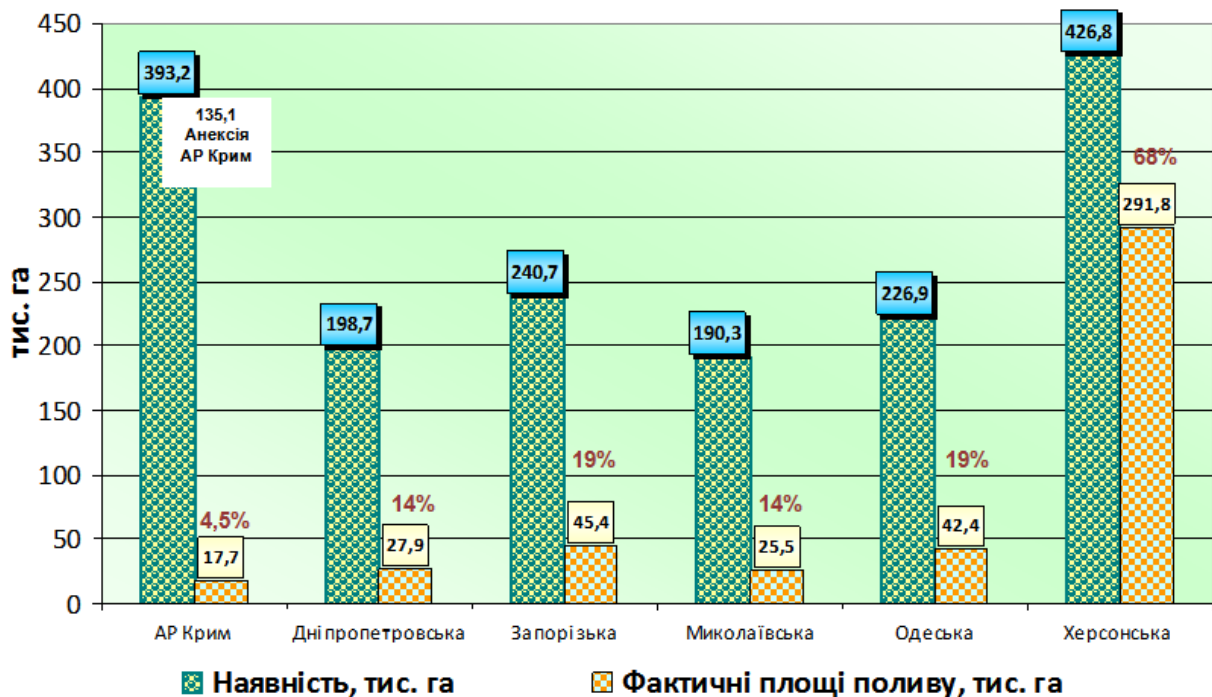


Рис. 1.2 Динаміка наявних площ зрошення та фактичного поливу в південному регіоні України у 2016 році [73]

Оптимізація зрошення сприяє заощадженню поливної води, енергоносіїв, технічних засобів, трудових ресурсів, забезпечує підвищення врожаю, економічну ефективність та екологічну безпеку землеробства на поливних землях. Важливою проблемою, яка протягом останніх 10-15 років зустрічається у виробничих умовах Південного Степу України, є відсутність дієвих методів і засобів встановлення норм та строків проведення вегетаційних поливів сільськогосподарських культур на рівні господарств різних розмірів і спеціалізації [70, 83, 145].

Через це агровиробники проводять поливи з використанням застарілих рекомендацій, а іноді визначають дати і поливні норми окомірно, з великими похибками, без врахування фактичних і прогнозованих вологозапасів ґрунту, величини добового випаровування (евапотранспірації), кількості опадів,

біологічних вимог сільськогосподарських культур тощо [174].

Застосування ГІС-моделювання в галузі зрошуваного землеробства дозволяє формувати й зберігати електронні мапи: як на рівні господарства, так і більш високому (район, область, підзона, зона тощо), включаючи прикладні шари мап (агрохімічна, агрофізична, мапа врожайності, мапа диференційованого внесення за технологією точного землеробства, мапа напрямку руху техніки на полях у поточному році, карта відбору проб, ґрунтова мапа тощо). Моделювання дозволяє розрахувати потребу в насінні, добривах, засобах захисту рослин, біологічну урожайність культур сівозміни, автоматизувати планування сівозмін та структури посівних площ на майбутні роки, здійснювати аналіз фітосанітарного стану ґрунту, попередження про перевищення економічних порогів шкодочинності. Ведення електронних польових журналів з прив'язкою всіх записів до географічних мап і року врожаю дозволяє планувати технологічні операції на майбутній сезон або на майбутні роки. Існує можливість швидкого створення звітів з діаграмами про заселеність площ хворобами і шкідниками, засміченість бур'янами, вміст залишкової кількості пестицидів тощо [68, 161, 174, 331, 419].

Важливим напрямом зрошуваного землеробства є застосування новітніх технологій поливу, які за рахунок оптимізації витрат забезпечують економію агроресурсів, зменшують екологічне навантаження на агрофітоценози. Таким вимогам відповідають різні способи мікрозрошення (краплинне, підкронове, надкронове та внутрішньогрунтове). Вагомою перевагою краплинного зрошення є можливість проведення поливів відповідно до водоспоживання рослин за окремими фазами росту й розвитку з мінімальними витратами поливної води [175, 177, 247].

На відновлення потенціалу зрошення були спрямовані заходи, передбачені Постановою Верховної Ради України "Рекомендації парламентських слухань "Актуальні питання проблеми зрошення, підтоплення та повеней в Україні" від 23 лютого 2006 р. № 3506-IV та Указом Президента України "Про заходи щодо розвитку зрошуваного землеробства в Україні" від

З березня 2006 р. № 187/2006, Закону України "Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року" від 18 жовтня 2005 року № 2982-IV та Закону України "Про загальнодержавну програму розвитку водного господарства" від 17 січня 2002 року № 2988-III. Цими нормативно-правовими актами окреслено основні завдання з відновлення ролі зрошення у продовольчому та ресурсному забезпеченні держави, підкреслено визначальну роль наукового забезпечення реалізації цього процесу [181, 182, 199].

На найближчу перспективу необхідно провести в галузі зрошеного землеробства реформування та його адаптацію до нових господарсько-економічних умов і, в першу чергу, трансформації існуючих зрошувальних систем до поливів локальних ділянок окремих землекористувачів. Під час будівництва зрошувальних систем у Радянському Союзі їх проектували великими масивами з середньою площею 1200-1500 га. На таких зрошувальних системах була можливість дотримання сівозмін та ефективного використання широкозахватної техніки. Побудовані в Україні у 60-80 рр. минулого століття зрошувальні системи відповідали кращим світовим зразкам, а за деякими технічними рішеннями, навіть, і перевершували їх. Полив на понад 96% площ здійснювався методом дощування з використанням високопродуктивних широкозахватних машин Фрегат, Дніпро та Кубань [233, 250, 252, 288, 296].

Після розпаду Радянського Союзу, реформування агропромислового комплексу та подрібнення великих господарств на окремі розпайовані фермерські господарства, зруйнувалася цілісність меліоративного комплексу. Склалася парадоксальна ситуація, коли міжгосподарська мережа залишалася в державній власності й управлінні, а внутрішньогосподарська, яка була на балансі ліквідованих колгоспів та радгоспів, виявилася практично нічийною, що й обумовило її розкрадання та знищення. Дрібні землекористувачі не в змозі були організувати охорону дощувальних машин і зрошувальних систем, проводити ремонтні роботи, не кажучи вже про виділення фінансових і технічних ресурсів на реконструкцію і модернізацію [226, 268, 422].

З метою припинення повного знищення внутрішньогосподарської

мережі, Уряд України ухвалив рішення про передачу її на баланс сільським радам. Таке рішення припинило процес повного руйнування внутрішньогосподарської мережі, проте не вирішило гостру проблему ефективного використання зрошення в Україні [343]. Навіть у господарствах, де вдалося зберегти зрошувальні системи внаслідок подрібнення розмірів окремих господарств, виникли істотні складнощі використання дощувальної техніки на різних сільськогосподарських культурах, які потребують проведення поливів у різні строки [296].

Ефективне ведення землеробства на зрошуваних землях на фоні наростання економічної та екологічної кризи спонукає до пошуку нових підходів до організації штучного зволоження, планування та оперативного управління режимами зрошення, пошуку нових економічно- й екологічно обґрунтованих способів поливу, оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур на поливних землях [73] (рис. 1.3).

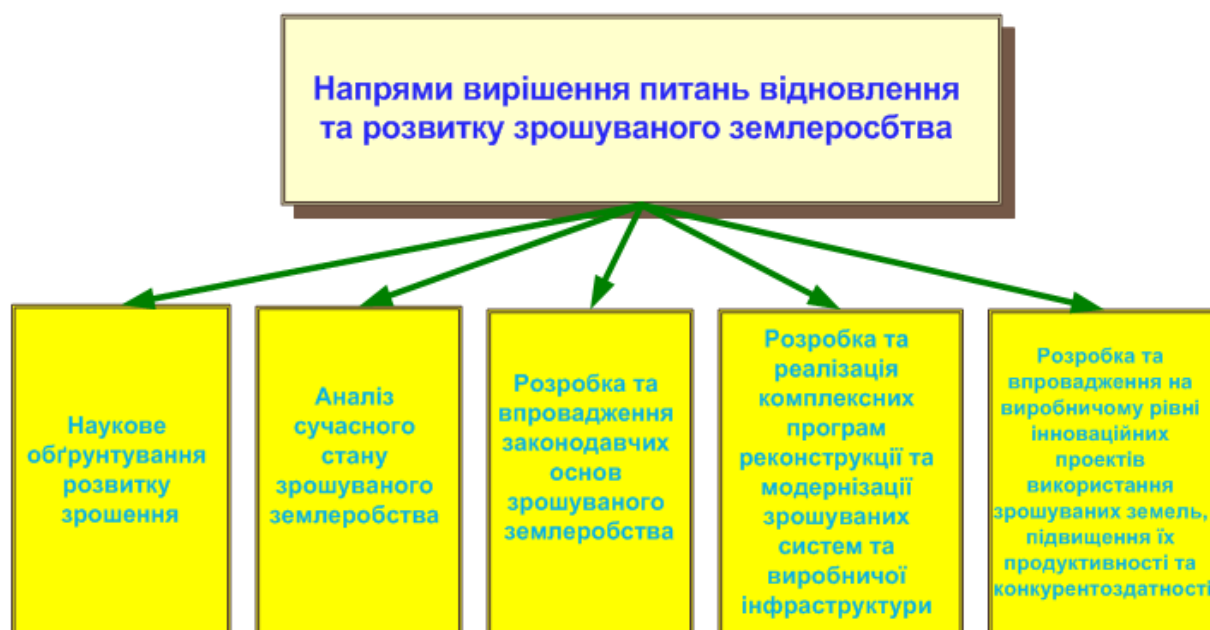


Рис. 1.3 Концептуальні підходи до підвищення продуктивності зрошуваних агроєкосистем, максимізації економічних показників та екологічної безпеки зрошуваного землеробства [73]

На найближчу перспективу з метою підвищення ефективності зрошуваного землеробства, відновлення функціонування внутрішньогоспо-

дарських мереж необхідно об'єднати окремих землевласників дрібних фермерських господарств в асоціації водокористувачів (АВК) [181].

Створення таких асоціацій можна стимулювати, наприклад, пільгами по сплаті за поливну воду. Асоціації водокористувачів дадуть змогу використовувати технічні засоби зрошення з максимальною ефективністю, вирішувати питання охорони елементів зрошувальних систем, проводити їх реконструкцію та ремонтні роботи тощо [3].

1.2 Науково-методичні та агроекологічні підходи оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях

Показники врожайності вирощуваних сільськогосподарських культур та якість рослинницької продукції прямо пов'язані з підвищенням родючості ґрунтів. Основними заходами для досягнення цієї мети є регулювання біологічних процесів, які відбуваються в ґрунті, а також складових елементів поживного, водного, повітряного й теплового режимів. Це здійснюється шляхом розроблення комплексу агротехнічних і меліоративних заходів, що включають: науково обґрунтований набір культур, сортів та їх чергування в сівозмінах; використання раціональних способів обробітку ґрунту, виходячи з його агрофізичних властивостей; системи застосування мінеральних добрив з урахуванням запасів поживних речовин у ґрунті, їх динаміки в часі й вимог до живлення сільгоспкультур; застосування органічних добрив (гній, компости, лігнін, мул прісних водоймищ, зола, гумінові добрива) з метою підвищення вмісту гумусу в ґрунті; регулювання режиму вологості ґрунтів, покращення водопроникності, вологомісткості, зменшення втрат води на випаровування і скиди; охорона ґрунтів від іригаційної і вітрової ерозії; боротьба з засоленням ґрунтів, включаючи промивання, дренаж, спеціальну агротехніку і хімічну меліорацію; повне введення сівозміни з використанням посівів люцерни та інших бобових трав [3, 29, 80, 96, 132, 167].

Серед багатьох культур зрошуваних сівозмін головне меліоративне значення має люцерна, яка в силу своїх біологічних особливостей за період перебування у таких сівозмінах при високому рівні агротехніки здатна істотно підвищити вміст гумусу у верхніх шарах ґрунту, що пропорційно внесенню 10-12 т/га гною. Така кількість гумусу в ґрунті утворюється приблизно з 20-25 т/га кореневої маси. Потужна коренева система люцерни проникає в ґрунт у всіх напрямках, а при її відмиранні ґрунт набуває сприятливих водно-фізичних властивостей, що підвищує рівень водопроникності, має ефект розсолення верхніх шарів при поливах. Крім того, бульбочкові бактерії на кореневій системі люцерни засвоюють азот з повітря, завдяки чому в ґрунті відбувається накопичення цього елемента живлення. Також цей біологічний азот використовується наступними культурами сівозмін, що має як агроекономічні, так і еколого-меліоративні переваги [97, 110, 176, 200, 247].

Застосування зрошення пов'язане з невідворотною дією не тільки на агроєкосистеми, а й на весь комплекс елементів, що складають природне середовище регіону та формують регіональні особливості. Цей вплив виражається в суттєвій зміні характеристик ґрунту (фізичні, хімічні показники, меліоративний стан, засолення, підтоплення тощо), повітря, води (об'єм і якість у джерелах і накопичувачах), фауни і флори. Тому, враховуючи всеохоплюючий характер дії зрошення, необхідно оптимізувати його режими не тільки з точки зору одержання максимальної продуктивності сільськогосподарських рослин, а й з позиції оптимізації всієї системи «агроєкосистема – виробнича геосистема регіону» [290, 344, 346, 376, 406].

Із цієї точки зору раціональними слід визнати такі режими зрошення, що забезпечують одержання запланованої урожайності і сприяють збереженню і покращенню природного середовища. Тому найважливішим завданням науково-виробничого комплексу є, на нашу думку, орієнтація формування геосистеми нового типу таким чином, щоб взаємодія виробничих процесів із природними відбувалася гармонійно [73, 155, 178, 408, 421].

Для ефективного використання зрошуваних земель потрібне покращення

їх агроекологічного стану за рахунок агротехнічних та організаційних заходів [3, 145, 192]. Для цього необхідно запровадити такі заходи:

➤ удосконалити структуру посівних площ у напрямі збільшення питомої ваги багаторічних бобових трав і доведення їх питомої ваги у кормових, зерно-кормових, рисових та інших спеціалізованих сівозмінах до 25-30%, а в середньому – до 18-20%;

➤ створити на зрошенні зони гарантованого виробництва зерна (із збільшенням питомої ваги кукурудзи, озимої пшениці, рису тощо), кормів (включаючи багаторічні пасовища), технічних культур (соя, цукрові буряки, ріпак тощо), овочів (для дитячого і дієтичного харчування), продовольчої і насіннєвої картоплі (для цілорічного забезпечення населення продуктами власного виробництва);

➤ відновити застосування сівозмін на зрошуваних землях, незалежно від кількості вирощуваних культур та площі земель в обробітку;

➤ збільшити застосування всіх видів органічних добрив (гній, торф, солома, рослинні рештки, сидерати тощо) і довести їх внесення до 12-15 т на 1 гектар сівозмінної площі;

➤ застосувати нові види мінеральних добрив з підвищеним меліоративним ефектом і внесенням їх переважно з поливною водою або локально, дози внесення добрив розрахувати відповідно до забезпеченості ґрунтів поживними речовинами, потреби рослин в елементах живлення та запланованого рівня врожайності;

➤ відновити хімічну меліорацію зрошуваних ґрунтів та неякісних поливних вод із застосуванням, у першу чергу, місцевих мінеральних речовин з високим вмістом кальцію;

➤ посилити селекційну роботу зі створення нових сортів зернових, кормових, технічних, овочевих та інших культур, адаптованих до посушливих умов півдня України і зрошення, що дозволить зменшити коливання валових зборів зерна в мінливих агроекологічних умовах вирощування.

Особливу увагу слід приділити будівництву стаціонарних систем

краплинного зрошення, впровадженню на них сівозмін з невеликою кількістю полів і розміщенням культур, які дозволяють стабілізувати родючість ґрунтів при локальній подачі води на поверхню поля (соя, люцерна на насіння, еспарцет тощо) та підвищувати чистий прибуток [194, 206, 280].

Краплинне зрошення забезпечує оптимізацію водного режиму ґрунту, завдяки підтриманню його вологості на високому рівні протягом вегетації в зоні розташування основної маси кореневої системи. Крім того, краплинне зрошення за своєю суттю є водозберігаючим, бо при його застосуванні для отримання однакового рівня врожайності витрачається значно менше поливної води, ніж за інших способів поливу. Стосовно ґрунтозахисної функції, то і в цьому краплинне зрошення має суттєву перевагу перед поверхневими поливами та дощуванням, особливо при застосуванні води, обмежено придатної для зрошення [53, 242].

Краплинне й підґрунтове зрошення дозволяє зменшити витрати поливної води у 1,5-3,0 рази, порівняно з традиційними способами поливу (дощування, поверхневі). Зараз накопичено достатньо експериментального матеріалу щодо вирощування на системах краплинного зрошення польових культур (соя, кукурудза, картопля, овочі тощо) і отримання на них високого економічного ефекту. Проте, значних втрат врожаю в окремі роки завдає повітряна посуха, яку, практично, неможливо ліквідувати при краплинному або підґрунтовому зрошенні. В зв'язку з цим, такі системи доцільно обладнати спеціальними засобами дрібнодисперсного дощування, які дозволяють ліквідувати повітряну посуху й істотно підвищити врожайність культур. Крім того, такі пристосування можна використовувати для внесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин [242, 252, 370].

Основою землеробства в посушливих степових регіонах є впровадження комплексу агротехнологічних і організаційних заходів, спрямованих на накопичення та збереження ґрунтової вологи. Це доведена тисячолітньою історією землеробства аксіома, яку необхідно витримувати і на зрошуваних землях. До цього комплексу входять сівозміни, системи обробітку ґрунту,

удобрення і захисту рослин, способів поливу і режиму зрошення тощо [299, 410, 443].

Одним з головних питань ефективного і сталого використання поливних земель є оптимізація режимів зрошення, які повинні вирішувати такі основні завдання: забезпечення рослин вологою згідно їх біологічних потреб, отримання максимальної кількості продукції на кубічний метр поливної води, мінімізацію гравітаційних втрат її за межі зони аерації, створення найкращих умов для використання біокліматичних і агрономічних ресурсів, а також генетичного потенціалу сортів сільськогосподарських культур [7, 40, 67, 77, 115].

Вивчення практичного досвіду, накопиченого за останнє десятиріччя в області планування, реалізації і оцінки програм експлуатації іригаційних систем у всьому світі вказує на інтенсивні спроби багатьох країн покращити меліоративну практику. Сьогоднішня ситуація в сфері меліорації земель викликана багатьма чинниками, в основі яких лежить слабка економіка сільськогосподарського виробництва взагалі та на меліорованих землях зокрема [31, 80, 85, 136, 167].

Технічний стан внутрішньогосподарської частини меліоративних систем і наявний парк дощувальної техніки Херсонщини дозволяють поливати лише 275,0 тис. га. Внаслідок земельної реформи інженерна інфраструктура внутрішньогосподарських меліоративних систем позбулася власника і поступово руйнується. Виникло протиріччя економічних інтересів державних підприємств, які забезпечують водоподачу, і сільгоспвиробників, які мають вкрай обмежені фінансові ресурси для відповідних розрахунків. У цій ситуації першочерговими є завдання розробки нових правових, економічних та організаційних механізмів забезпечення належного функціонування зрошувальних систем на площі понад 400 тис. га через призму агротехнологій [164, 206, 234].

Незадовільний технічний стан та низький рівень експлуатації внутрішньогосподарських меліоративних мереж спричинили порушення їх

технологічної цілісності. В цих умовах поточна експлуатація меліоративних систем перестала відповідати проектним вимогам. Режим водозабору став практично не передбачуваним [367].

Щодо ролі фінансових і кредитних важелів держави, то вони полягають у забезпеченні належної експлуатації загальнодержавних міжгосподарських меліоративних систем через державний бюджет, за рахунок коштів, одержаних за використання водних ресурсів. А модернізація, реконструкція та капітальний ремонт внутрішньогосподарської мережі та відновлення поливної техніки вирішуються земле- та водокористувачами разом з інвесторами і за допомогою обласних бюджетів. У цьому плані про себе повинні заявити такі організаційні структури, як водні асоціації, об'єднання, спілки водокористувачів та ін.; істотно зростає роль державного впливу на відновлення і розвиток меліорації через товарний кредит та лізинг [341, 357, 384].

Природно-господарські засади екологічної політики в сфері зрошення земель полягають у забезпеченні комплексного захисту сільськогосподарських угідь та сільських населених пунктів від затоплення поверхневими та підтоплення ґрунтовими водами, стабілізації та підвищення родючості меліорованих ґрунтів, покращення якості рослинницької продукції, відновлення екологічної рівноваги довкілля. Екологізація господарської діяльності в зонах зрошення буде забезпечуватись як виключно техніко-технологічними заходами, так і штучним посиленням саморегулюючої здатності меліоративних систем шляхом більш ефективного використання існуючих природних ресурсів [36, 52, 246, 268, 280].

Науково-технічна політика і кадрове забезпечення є одними з найважливіших складових у системі формування стратегії держави в сфері меліорації земель. Сучасні технічні розробки орієнтуються на пристосування способів, технологій і технічних засобів зрошення до конкретних природо-кліматичних і господарських умов. Враховуючи те, що землеробство на зрошуваних землях майже удвічі витратніше, ніж на суходолі, актуальним є

здешевлення технологій, перш за все, за рахунок економії ресурсів при одночасному зростанні урожаїв сільськогосподарських культур до економічно доцільних параметрів. У цьому плані першочерговим є впровадження високоточних технологій, що потребують розвитку відповідної технічної бази, а саме спеціалізованих машин і механізмів, засобів їх позиціонування, технологій дистанційного, в тому числі космічного, зондування стану ґрунтів і рослинного покриву, визначення просторової варіації урожайності сільськогосподарських культур [41, 175, 220, 297].

Зокрема, доведено, що економічна парадигма використання поливних земель у ринкових умовах має ґрунтуватися на принципах ефективності, ресурсозбереження, маловідходності та екологічної безпеки. Це зрештою означає, що високий рівень ефективності зрошувального землеробства повинен забезпечуватися при дотриманні певних екологічних вимог й обмежень. Основні аспекти адаптації зрошувального землеробства до ринкового і природного середовища витікають з необхідності розв'язання таких найважливіших завдань: одержання максимального прибутку з кожного гектара поливної ріллі, збереження родючості земель, охорони природного середовища від забруднення й деградації, економія енергозатрат у зрошувальному землеробстві, зниження строків окупності інвестицій у зрошення [32, 72, 80, 98, 195].

З цією метою потрібно удосконалювати структуру посівних площ сільськогосподарських культур і напрями спеціалізації зрошувального землеробства. Перевагу слід віддавати тим сортам і гібридам, які дають найбільший приріст урожайності та прибутку від зрошення, тобто в розрахунку на одиницю використаної поливної води. Тому доцільно нарощувати виробництво на зрошуваних землях продовольчого зерна цінних і сильних пшениць, насіння соняшнику, люцерни, ріпаку, сої, овочів – насамперед для дитячого та дієтичного харчування [196, 223, 243].

Управління зрошенням з раціональним використанням поливної води має пройти довгий шлях, щоб адаптуватися до нових вимог виробництва,

примирити суперницькі претензії з боку інших секторів економіки, закликати до захисту навколишнього середовища. Проте, водоощадні технології доступні й можуть значно скоротити втрати води. Крім того, політичні, правові та інституційні рамки для підтримки поліпшення продуктивності води в зрошуваному землеробстві також показують ознаки адаптації. Тенденції управління водними ресурсами вказують на розширення прав і можливостей зацікавлених сторін, з пріоритетом для бідних і маргінальних верств. У той же час, вода повинна бути корисною для здоров'я людини, тому до водної сфери вимагають більш пильної уваги [15, 32, 102, 141, 223].

На початку двадцять першого століття сільське господарство використовує в середньому 70% води з річок, озер і водоносних горизонтів. ФАО ООН прогнозує розширення зрошуваних земель на 45 млн га в дев'яноста трьох країнах світу, що розвиваються (в цілому на 242 млн га в 2030 році), і планує, що забір води для сільського господарства до 2030 р. збільшиться на 14% порівняно з 2000 р., для задоволення майбутніх потреб у виробництві продовольства. Аналіз показує прогнозований річний темп зростання на 0,6%, в порівнянні з 1,9%, що спостерігався в період з 1963 по 1999 роки [481].

Тільки частина забору води в сільському господарстві ефективно використовується у виробництві харчових продуктів або інших сільськогосподарських товарів; велика частина води може не досягати культурних рослин, оскільки вона випаровується або просочується при проведенні поливу, випаровується з ґрунту в польових умовах, або використовується бур'янами. Незалежно від фактичних результатів, важливо підкреслити той факт, що розподілу води для сільського господарства доведеться зіткнутися зі зростаючою конкуренцією з боку інших сфер – комунальних, промислових, що потребують збереження води в навколишньому середовищі. У цих умовах вкрай важливо, щоб роль води в забезпеченні постачання продовольством і потенціал для підвищення загальної продуктивності сільського господарства по відношенню до води були реалізовані повною мірою [368, 491, 507].

1.3 Основні напрями підвищення продуктивності зрошуваних агроecosистем з урахуванням їх меліоративного стану

Для ефективного використання добрив велику перспективу має застосування інноваційних методів діагностики живлення рослин як ґрунтових, так і рослинних. Рослинна діагностика, зокрема, включає візуальну, хімічну і функціональну. Візуальна діагностика є найбільш простим методом, що не вимагає спеціального устаткування, вона дозволяє швидко встановити дефіцит мінерального живлення, усунути його чинники, які погіршують оптимальний режим рослин. Слід зауважити, що для успішного проведення візуальної діагностики необхідно мати великий практичний досвід, оскільки як дефіцит, так і надмірна кількість окремих елементів живлення у рослинному організмі іноді виглядає практично однаково. Крім того, зовнішні ознаки негативного прояву порушення оптимального режиму живлення проявляються тільки тоді, коли вже відбулися незворотні зміни у фізіологічних процесах рослин і коли втрати врожаю вже неможливо компенсувати внесенням різних доз макро- й мікроелементів [184, 272, 310].

Хімічна діагностика мінерального живлення (тканинна або листкова) дозволяє визначити хімічний склад рослини у певні фази розвитку та календарні дати. Тільки при постійному забезпеченні необхідними елементами живлення в оптимальних співвідношеннях протягом усього вегетаційного періоду можна найбільшою мірою використати біологічний потенціал кожного сорту або гібриду. Проте в окремих випадках певні елементи живлення накопичуються в рослинах, що може негативно вплинути на ростові та інші процеси, знизити врожайність, якість та економічні показники. Дефіцит або надмірна кількість одного з елементів живлення може блокувати надходження в рослини інших елементів. Ці чинники обмежують можливості застосування методів хімічної діагностики для масштабного застосування на виробничому рівні [98].

Функціональні методи діагностики засновані на встановленні потреби у конкретних елементах живлення. Такі методи дозволяють проводити нормування поживних речовин для локальних умов кожного поля, а також контролювати інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів рослин у різні етапи органогенезу. Вітчизняними вченими [99, 176, 334, 387, 406] розроблено принципи діагностики живлення рослин за визначенням фотохімічної активності хлоропластів. Для цього визначають фотохімічну активність суспензії хлоропластів, отриманої з середньої проби листя діагностованих рослин, у подальшому в суспензію хлоропластів додають елемент живлення в певній концентрації і знову визначають фотохімічну активність суспензії. У разі підвищення фотохімічної активності суспензії хлоропластів порівняно з контролем (без додавання елементів) робиться висновок про нестачу даного елемента, при зниженні – про надлишок, а при однаковій активності – про оптимальну концентрацію в поживному розчині [376, 421, 430].

Для аналізу використовують 3-4-й лист (зверху) дорослих рослин або цілком молоді рослини. У разі, коли важко визначити 3-4-й лист (наприклад, у теплицях після перегинання пагонів через шпалери), відбирають молоді, добре розвинуті листки. У середню пробу відбирають рослини, найбільш характерні для досліджуваної площі. На одну пробу повинно припадати не менше 200 точок відбору листя (відбирається частина листа площею 2-3 см²), розташованих рівномірно по всій площі. При слабкій вирівняності ґрунтів за хімічним складом з ділянок, на яких рослини мають виражені порушення у своєму розвитку, необхідно відбирати окремі зразки. Відбір зразків листя проводять у поліетиленові пакети. Строк доставки листя для аналізу повинен бути по можливості коротким – не більше 30-40 хв. Однак, при зберіганні зразків у холодильнику за температури 5-6°C, він може бути збільшений до 2-3 годин. Метод дозволяє протягом 40-50 хвилин визначити потребу будь-яких рослин у 12-15 макро- й мікроелементах живлення й надати поточні рекомендації з проведення кореневих та позакорневих підживлень, що дуже важливо при створенні нових сортів, при розширенні асортименту культур,

оптимізації системи удобрення тощо. Даний метод може використовуватися для діагностування живлення рослин, при вирощуванні як у відкритому ґрунті, так і в теплиці, зокрема на гідропоніці [433, 443, 448].

Експресність методу дозволяє перед кожним підживленням рослин з достатньою точністю визначити потребу в макро- й мікроелементах, коригувати систему удобрення на кожному полі сівозмін і, навіть, на окремих локальних ділянках. Такі методичні підходи дозволяють встановлювати потребу в таких елементах живлення, як: азот, фосфор, калій, кальцій, магній, бор, мідь, цинк, залізо, марганець, молібден, кобальт, йод та інші [430].

Є багато способів для збільшення і підтримки рівня цінних поживних речовин у ґрунті, які сприяють його родючості. Деякі рослини потребують достатньо кислого ґрунту, в той час як інші злегка лужного. Також вони вимагають різної кількості азоту, фосфору і калію (NPK), проте допоки ґрунт буде добре збалансований і багатий органічними речовинами, рослини не будуть потерпати від їх дефіциту [396].

Азот є одним з найголовніших елементів живлення рослин і безпосередньо відповідає за ріст листя та пагонів. Дефіцит азоту є причиною пожовтіння листя і повільного росту. Надлишок азоту викликає надлишкове утворення вегетативної маси з затримкою цвітіння, рослина стає більш вразливою до хвороб, утворюються плоди поганої якості. Дефіцит азоту в ґрунті може бути виправлений шляхом додавання компосту, гною або інших багатих азотом добрив. Трави і бур'яни, повернуті в ґрунт, будуть збільшувати вміст азоту і гумусу [291].

Рослинам необхідний фосфор, який є основним компонентом генеративних органів рослин. Дефіцит фосфору викликає затримку росту. Фосфор підвищує врожайність насіння, збільшує розвиток плода, підвищує вміст вітамінів і збільшує резистентність рослин до хвороб і вимерзання. Кращим джерелом фосфору є подрібнені фосфати. Бактерії, для яких є оптимальними показники рН від 6,5 до рН 7, забезпечують перехід фосфору в доступну для рослин форму. Інші джерела фосфату – кісткове борошно,

надлишковий активний мул. Фосфор має тенденцію до стабільного розташування в локальних прошарках ґрунту, тому він вимивається не так легко, як азот і калій [318].

Калій забезпечує рослини вуглеводами і сприяє синтезу білка. Крім того, він допомагає на початку росту, підвищує морозостійкість. Рослини з дефіцитом калію, як правило, низькорослі, з погано розвинутою кореневою системою, із згорнутим і засохлим по краях листям. Джерело калію – рослинні залишки, добрива, компости, і природні джерела, такі як граніт, базальт, деревна зола і водорості [354].

Кращий спосіб зменшення рН – використання гною та інших органічних добрив, які покращують родючість ґрунтів та підвищують вміст гумусу. Це не лише поступово знижує рівень рН, але допомагає утримувати поживні речовини для рослин і вологу. Торф доволі інертний і, як правило, містить близько 4% азоту, і це ще один корисний для ґрунту регулятор природної кислотності. Сульфат амонію і сірчані хімічні речовини також містять у своєму складі азот. У той час як крихітні бактерії і мікроорганізми невидимо працюють у ґрунті, перетворюючи органічні речовини на доступні рослинам, вони виробляють кислоти. Але якщо цей процес в кінцевому підсумку створює занадто низький рівень рН, то організми будуть працювати менш ефективно. Вапно використовується як необхідний баланс і стимулятор. Доцільно поступово знижувати рівень рН і при цьому не слід очікувати швидких і точних результатів. Варто уникати додавання гною або сульфат аміаку одночасно з вапном [247].

Підвищену кислотність у ґрунті викликає кальцій, фосфор і магній, набуваючи форм, які рослини не можуть використовувати, примушуючи їх страждати від дефіциту цих елементів. Рослини не можуть рости на дуже кислих ґрунтах, однією з причин є уповільнення корисної дії бактерій, іншою – підвищена токсичність деяких мікроелементів, таких як алюміній, або, навпаки, дефіцит кальцію і магнію [430].

Найкраще пояснення полягає в тому, що на кислих ґрунтах хімічна

реакція може заблокувати основні поживні речовини, особливо фосфор, перетворивши їх на недоступні для рослин. Інтенсивне використання неорганічних добрив викликає підвищену кислотність ґрунту, так само як і інтенсивне використання сірковмісних фунгіцидів. Той же результат і при використанні органічних добрив, які мають підкислюючий ефект [172].

Для кожної культури визначені межі рН, за яких спостерігається найбільш продуктивний ріст і розвиток, наприклад, сорго 5,5-7,5, соя 5,5-6,5, помідор 5,5-7,5. Підняття та зниження рівня рН на сучасному технологічному рівні є складною науковою й практичною задачею. Зміна рівня рН пролонгована у часі, причому більшість рослин мають досить широкий діапазон цього показника. Доведено, що доступність елементів мінерального живлення рослин відповідно до показників рН, змінюється в діапазоні від 6,5, проте деякі культури вимагають кислого або лужного ґрунту [19] (рис. 1.4).

Азот																				
Фосфор																				
Калій																				
Кальцій																				
Магній																				
Залізо																				
Марганець																				
Бор																				
Елементи живлення	Показники рН, за якого різні елементи живлення є найбільш доступними для рослин																			
	рН 4				рН 5				рН 6				рН 7				рН 8			

Рис. 1.4 Доступність елементів мінерального живлення рослин відповідно до показників рН

Кислотність і лужність вимірюється в одиницях рН, який є позначкою для відносної кількості водню в речовині. За шкалою рН від 1 до 4,5 – дуже кисла, а 10 або більше – дуже лужна. Лужність або кислотність ґрунту

визначається за допомогою реакції різних мінералів і органічних сполук з вологою в ньому. Рослини часто розділяються відповідно до їх уподобань за рН. Деякі рослини по-різному реагують на рівень рН в різних ґрунтах, інші живуть у порівняно широкому діапазоні. Очевидно, що для високих врожаїв необхідно знати рН у ґрунті, тоді можна вирощувати ті види рослин, які найкраще ростуть в умовах конкретного рН, або застосувати ряд дій щодо зміни рН у межах кращого діапазону [281].

Для більшості сільськогосподарських культур рН від 6,5 до 7 є оптимальним. Ґрунти в цьому діапазоні забезпечують найбільш сприятливі умови для мікроорганізмів, які перетворюють атмосферний азот у форми, доступні для рослин, а також найкращі умови для бактерій, які розкладають для рослин органічні речовини. У цьому інтервалі рН всі незамінні поживні мінеральні речовини доступні для рослин в достатній кількості, і, як правило, в набагато більшій, ніж у будь-якому іншому значенні цього показника. Крім того, ґрунт з рН у цьому діапазоні більш продуктивний з точки зору інтенсифікації ростових процесів сільськогосподарських культур [348].

Занадто кислий ґрунт не дозволяє жити бактеріям, які розкладають органічні речовини. Марганець і алюміній, розчинені в дуже кислому ґрунті, токсичні для рослин. Підвищена кислотність зменшує доступність елементів живлення, тому у рослин може виникнути мінерального голодування. З іншого боку, занадто лужний ґрунт також знижує доступність поживних речовин, що призводить до втрати структури ґрунту й розвитку підлугування. Підвищена лужність розчиняє гумус, що викликає накопиченням луґу та гумусу на поверхні ґрунту. Слід зауважити, що висока лужність призводить до надмірної концентрації солей, які пригнічують ріст рослин та негативно позначаються на їх продуктивності [430].

Природні чинники мають великий вплив на формування продуктивності сільськогосподарських культур в зрошуваних агроєкосистемах. Дослідження впливу на рівень урожаю показників фотосинтетично-активної радіації (ФАР) дозволяє оптимізувати дію агротехнічних факторів й економічних умов, у яких здійснюється сільськогосподарське виробництво, а також підвищити

ефективність організаційно-господарської діяльності кожного підприємства. Проте останнім часом майже відсутні аналітичні дослідження щодо оцінки показників ФАР на формування продуктивності рослин з врахуванням їх впливу на врожайність, якісні та інші показники [319].

Багатьма експериментами доведено, що 90-95% врожайності с.-г. культур формується за рахунок надходження сонячної енергії і вуглекислого газу атмосфери. У загальному сенсі, всі агротехнічні заходи (зрошення, внесення добрив, обробіток ґрунту тощо) повинні бути спрямовані на те, щоб максимально сприяти рослинам краще використовувати сонячну енергію та продукувати найвищу кількість органічної речовини .

Одним з основних завдань рослинницької галузі є підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) використання сонячної енергії (K_Q), який відображає відношення кількості енергії, що акумулювалось у продуктах фотосинтезу або утворилась у біомасі врожаю, до кількості використаної радіації. Максимальний теоретично можливий ККД ФАР на засвоєння однієї молекули CO_2 у процесі фотосинтезу потребує в межах 8-10 квантів сонячного світла [319].

В існуючому сільськогосподарському виробництві для формування врожаю використовується тільки 0,7-2,0% ФАР. При цьому коефіцієнт використання ФАР у звичайних виробничих умовах складає: озимої пшениці – 0,74-1,12% , кукурудзи на зерно – 0,69-1,63, кукурудзи на зелений корм – 1,23-1,47, цукрового буряку – 1,34-1,84%, відповідно. Згідно з дослідженнями А. А. Ничипоровича, середнє значення коефіцієнта використання ФАР становить: у звичайних виробничих умовах – 0,5-1,5%, у сприятливих – 1,0-3,0%, за максимальної оптимізації умов вирощування – 3,5-5,0% і в теоретично можливих – 6,0-8,0%. Отже, коефіцієнт використання ФАР рослинами є інтегральним показником впливу всіх інших факторів на продуктивність культури, тому що будь-яке підвищення врожаю веде до збільшення його використання [84, 352, 371].

У зрошуваному землеробстві важливе значення має врахування динаміки посівних площ, формування баз даних агротехнічних заходів, статистика

валового збору та врожайності. Ці показники взаємопов'язані та в комплексі відображають усі явища й процеси, що відбуваються на меліорованих землях. Посівна площа характеризується як організаційно-господарськими, так і економіко-енергетичними параметрами зі змінами в просторі й часі з різним за тривалістю процесом вирощування культур, який передбачає обробіток ґрунту, внесення добрив, сівбу, догляд за посівами, здійснення зрошення різними способами, збирання врожаю тощо [355].

Для оцінки ефективності застосування зрошення, добрив, пестицидів тощо є необхідність врахування їх прямої та опосередкованої дії на рівні поля, сівозміни та господарства. Загальну градацію ефективності відображають чистий збір кінцевої продукції на 1 га посівної площі з розрахунками для кожної культури окремо як за основною, так і побічною продукцією [389]. Отже, статистичні показники виконують ряд функцій і, перш за все, організаційно-економічну та управлінську. Індексний аналіз з економічної точки зору формується як відносний показник, який характеризує зміну економічного процесу в часі або просторі порівняно з прогнозованим (плановим), нормативним значеннями або з певним стандартом. Індекс у загальнонауковому контексті відображає результат порівняння двох однойменних показників, при обчисленні яких треба розрізнити чисельник індексного відношення (порівнюваний або звітний рівень) та знаменник цього відношення, тобто базисний рівень, з яким проводиться порівняння [404]. Виробництво зазначених видів продукції економічно ефективним буде тоді, коли досягатимуться нормативні рівні приросту урожайності від зрошення (додатковий урожай, за рахунок якого окуповуватимуться витрати і забезпечуватиметься розширене відтворення виробництва). Так, для озимої пшениці цей приріст має становити 1,5-1,7 т/га, кукурудзи на зерно – 3,7-4,0, соняшнику – 0,5-0,6, сої – 1,2-1,4, помідорів – 17-18 т/га [338].

При вирощуванні сільськогосподарських культур важливе значення має циклічність виробничого процесу, яка передбачає постійний вплив на ґрунти, сільськогосподарські культури, шкідливі організми за допомогою комплексу заходів: обробіток ґрунту, система удобрення, інтегрована система захисту рослин, зрошення, осушення тощо [25, 168, 182, 197, 282].

Одним з головних елементів сучасних систем землеробства є захист рослин від шкідливих організмів, в основу якого покладено біологізовані та екологізовані підходи до забезпечення рівноваги в агроєкосистемах, орієнтовані, поряд з використанням агротехнічних, хімічних, біологічних та інших методів, на використання, насамперед, природних регуляторних механізмів. При цьому особливу увагу приділяють збереженню корисної фауни та флори, пошуку заміни хімічних засобів захисту альтернативними методами, біологічно активними речовинами, конструюванню агроценозів з передбачуваними властивостями, у тому числі певною динамікою чисельності популяцій. Одночасно необхідно оптимізувати систему використання пестицидів за рахунок диференційованого обліку можливих антропогенних навантажень, синтезу пестицидів вибіркової дії, покращення технічних засобів та способів їх використання [4].

Застосування гербіцидів є одним із найбільш дієвих чинників впливу на бур'яни в сучасному землеробстві й, особливо, на зрошуваних землях, де подання поливної води та підвищених доз добрив створює дуже сприятливі умови для масового розмноження й поширення бур'янистих рослин. Локальне розповсюдження бур'янів дає можливість проводити заходи з хімічного прополювання на однорічних та багаторічних сільськогосподарських культурах не на всій площі, а лише на окремих ділянках сівозмін. На багаторічних насадженнях можна проводити внесення гербіцидів у пристовбурні смуги, а на польових культурах – стрічкове застосування [10, 89, 450].

Агротехнічні заходи відіграють вирішальну роль у попередженні масового розмноження шкідників, хвороб і бур'янів. Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні дозволяє помітно впливати на видовий склад і чисельність шкідливих комах і збудників хвороб, особливо спеціалізованих, які пристосувалися до поїдання рослин однієї біологічної групи. Також при недотриманні сівозмін масово поширюються окремі групи бур'янів, які пристосовуються до біологічних особливостей беззмінної сільськогосподарської культури [21, 40, 49].

Сівозмінна дозволяє регулювати розмноження і стримувати чисельність

шкідливих організмів на рівні нижче порогової шкідливості. Коли чергування культур не дотримується й ігнорується, на посівах спостерігається масовий розвиток шкідників, хвороб та бур'янів, що істотно знижує урожайність і якість продукції. Наприклад, на посівах зернових культур, повторно розміщуваних по стерньових попередниках, різко зростає чисельність хлібної попелиці, підгризаючих совок, злакових мух, трипсів, хлібних пильщиків та ін. Їх шкідливість на таких посівах збільшується в 3-7 разів [85].

Тому вибір попередника має важливе значення в покращенні фітосанітарного стану майбутніх посівів і зниженні втрат урожаю від шкідників, хвороб і бур'янів. При формуванні структури посівних площ бажано по можливості відмовитися від стерньових попередників під озимі культури, і, перш за все, – під озиму пшеницю. Кращими попередниками озимих хлібів є добре оброблені чорний і зайнятий пари, зернобобові культури, багаторічні трави, кукурудза, своєчасно зібрана на зелений корм і силос [258].

Розвиток більшості шкідливих організмів тісно пов'язаний з ґрунтом. Способи обробітку ґрунту різнобічно впливають на їх існування, сприяють зниженню їх чисельності та шкодочинності. Залишки рослин та бур'яни створюють сприятливі умови для розвитку шкідників і збудників хвороб, де вони здатні зберігати шкодочинність та продовжувати свій розвиток [296].

Істотно обмежити їх розвиток дозволяють різні способи основного обробітку ґрунту. Луцання стерні, проведене одночасно зі збиранням сільськогосподарської культури, або безпосередньо після збирання сприяє появі масових сходів бур'янів та падалиці. На них концентруються й розмножують шкідники, поширюються хвороби. Проведення через 2-3 тижні після луцання оранки або глибокого безполицевого обробітку викликає масову загибель шкідників, патогенів та бур'янів. Слід враховувати, що вирощена органічна маса рослин витрачається даремно, без участі в загальному обміні речовин в агроценозах. Наприклад, у соломі зернових культур міститься до 40% вуглеводу – складової частини перегнійних речовин в ґрунті, до 0,5% азоту, 0,15-0,25 – фосфору і 0,85-1,05% калію, а також багато інших макро- й мікроелементів [383, 430, 502].

При використанні соломи в якості добрив ґрунт сприяє накопиченню в

орному шарі органічних речовин та підвищує вміст гумусу. Своєчасне проведення основного обробітку ґрунту дозволяє істотно покращити фітосанітарний стан посівів, особливо на полях з високим ступенем забур'янення [406].

Економічний ефект від меліорації земель включає такі види [11, 108, 151]:

- прямий економічний ефект, який виражається у збільшенні виробництва сільськогосподарської продукції на меліорованих землях;

- непрямий економічний ефект, який одержують за рахунок стійкості сільськогосподарського виробництва в цілому та ефект на прилеглих землях;

- спряжений економічний ефект, який одержують від пов'язаних між собою галузей (за відношенням до сільського господарства): у меліоративному будівництві, водогосподарському виробництві на меліорованих землях, виробництві будівельних матеріалів, зберіганні, переробці та транспортуванні додаткової сільськогосподарської продукції тощо [182].

Соціальний ефект від меліорації земель зумовлений приростом матеріальних благ за її рахунок і виражається підвищенням добробуту населення, підвищенням рівня його освіти, кваліфікації, культурного рівня, поліпшення здоров'я населення і продовження його життя, поліпшення умов праці, створення зон рекреації тощо. Проте при цьому дуже важким та складним є виділення тієї частки соціального ефекту, який одержано за рахунок здійснення тих чи інших меліоративних заходів [37]. Насамперед, виникають труднощі кількісного вимірювання величини соціального ефекту у вартісному виразі, оскільки не від усіх інтелектуальних цінностей людини поки що можна визначити величину соціального ефекту, що спостерігається у нашому житті. На даний час можна визначити величину соціального ефекту від підвищення знань, кваліфікації працівників, поліпшення здоров'я населення у вартісному виразі тощо [96].

Висновки до розділу 1

1. Аналіз використання зрошуваних земель Херсонської області та інших

південних областей України за останнє десятиріччя дає підставу зробити висновок, що вирішення проблем, пов'язаних зі зниженням ефективності використання зрошуваних земель є стримуючим фактором розвитку галузі. Найбільш гостро постають питання щодо оптимізації структури посівних площ, основного обробітку ґрунту, режимів зрошення, системи удобрення та захисту рослин, особливо на площах, де відбулося розпаювання та істотне падіння продуктивності штучного зволоження.

2. В зрошуваному землеробстві необхідно відпрацювати на законодавчому рівні механізми заохочення інвесторів та сільськогосподарських виробників вкладати кошти в модернізацію зрошувальних систем, впроваджувати науково обґрунтовані заходи раціонального використання поливної води і збереження родючості ґрунтів, а також економічних санкцій за неефективне використання води й зрошуваних земель.

3. Вагоме значення має організація системи заходів з придбання дощувальної техніки для сільгосптоваровиробників на пайових умовах та за державними пільговими кредитними програмами. Підвищити ефективність використання зрошуваних угідь з метою збільшення врожайності можливо за рахунок застосування сучасних інтенсивних технологій вирощування, нової високопродуктивної дощувальної техніки, розширення площ з мікрозрошенням, впровадження енергозберігаючих, ґрунтоощадних способів і систем основного обробітку ґрунту, що забезпечують накопичення та раціональне використання атмосферних опадів та поливної води, впровадження на виробничому рівні інформаційних технологій та спеціальних комп'ютерних програм.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

При вирощуванні сільськогосподарських культур велике позитивне значення належить моніторингу та прогнозуванню зональних і локальних ґрунтово-кліматичних умов, що дозволяє послабити або зовсім подолати шкідливий вплив несприятливих природних чинників (посуха, суховії, заморозки та ін.) шляхом застосування сучасних агротехнологічних факторів – нормування зрошення, диференційованої обробки ґрунту, системи удобрення, інтегрованого захисту рослин тощо [167].

2.1 Характеристика ґрунтового покриву зони проведення досліджень

Ґрунти степової зони України відзначаються неоднорідністю і змінюються від чорноземів звичайних на півночі до темно-каштанових і каштанових на півдні. В цьому ж напрямку підвищується рівень та мінералізація ґрунтових вод, збільшується засоленість, солонцюватість й осолодіння ґрунтів. Крім зональних ґрунтів, з чітко вираженими межами, існують також інтерзональні. До них відносяться лугово-чорноземні, дернові піщані й слабозакріплені піски. Ці ґрунти займають значні площі в заплавах рік та на річкових терасах. За своїми геоморфологічними та гідрогеологічними умовами, меліоративними характеристиками і агрономічними властивостями більшість ґрунтів зони Степу України придатні для зрошення. Проте, кожний тип та вид ґрунту потребує своїх підходів, враховуючих його фізико-хімічні властивості, родючість та ін. [195].

Степова зона є основним регіоном України з виробництва сільськогосподарської продукції і належить до найбільш освоєних ландшафтних територій. Загальна її площа близько 24 млн гектарів, що складає 40% території України. За кліматично-ґрунтовими умовами в степовій зоні виділяють дві підзони – Північного і Південного Степу. Підзона Південного

Степу поділяється на дві самостійні – підзону південного та підзону сухого Степу. В регіон півдня України входить територія чотирьох областей (Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська) й Автономна республіка Крим [2].

Ґрунтовий покрив зони Південного Степу представлений переважно південними чорноземами, темно-каштановими та каштановими ґрунтами. Південні чорноземи займають площу 4662 тис. га. В їх орному шарі міститься 3-4% гумусу, вміст легкогідролізованого азоту, в орному шарі, як правило, не перевищує 80 мг/кг ґрунту, а загального фосфору 0,15%. На глибині 2,5-3,0 м від поверхні концентруються водорозчинні солі [72].

Темно-каштанові ґрунти займають площу 1241 тис. гектарів. За своїми властивостями вони близькі до чорноземів південних, але відрізняються від них меншим вмістом гумусу (2-3%) і товщиною гумусового горизонту. Механічний склад частіше важкосуглинковий. Особливістю їх є твердий перехідний горизонт, наявність більш близького залягання солей від поверхні ґрунту (2-2,5 м), низька водопроникність. Валового азоту в ґрунті міститься 0,20-0,25%, фосфору – 0,12-0,14%. Вміст рухомих форм фосфору на зрошуваних темно-каштанових ґрунтах в останні роки зріс, що пояснюється тривалим зрошенням і систематичним внесенням фосфорних добрив. Ґрунтовий поглинаючий комплекс насичений переважно кальцієм і магнієм [99].

Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів близька до нейтральної або слабколужна, вниз по профілю, як правило, зростає. Верхні горизонти темно-каштанових ґрунтів мають значну вологомісткість, невисоку щільність складення ґрунту, порівняно з нижче лежачими шарами, а також досить велику щільність твердої фази [19].

Каштанові ґрунти розміщені вузькою смугою у Присиваській зоні Причорноморської низини і займають площу 79,8 тис. гектарів. Вони відзначаються солонцюватістю і залягають у комплексі з солонцями [19].

На землях, які зрошуються з Дніпровського лиману та р. Інгулець,

проявляється вторинне осолонцювання, місцями засолення і підтоплення ґрунту [195].

Наприклад, ґрунт дослідного поля Інституту зрошуваного землеробства НААН, де проводилися дослід з польовими культурами, темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий на карбонатному лесі, типовий для зрошуваної зони півдня України [190].

В орному шарі ґрунту містилося гумусу в середньому 2,15%, кількість якого з глибиною поступово зменшувалася. Загальний вміст азоту низький – 0,17%, що вимагало додаткового внесення азотних добрив. Вміст рухомого фосфору й обмінного калію високий – відповідно 30-40 мг і 350-450 мг/кг ґрунту, що достатньо для доброго живлення рослин [190].

pH водної витяжки становило 6,8-7,2. Найменша вологомісткість 0-100 см шару ґрунту складала 21,5%, загальна пористість – 45,0%, вологість в'янення – 9,0% від маси сухого ґрунту, щільність складення – 1,41 г/см³. Підґрунтові води залягали на глибині 18-20 м [190].

В складі обмінних основ орного шару ґрунту, значне місце належить кальцію (68,8-71,6% від суміші обмінних катіонів) і магнію (25,4-27,7%). Ємність поглинання темно-каштанових слабкосолонцюватих ґрунтів складає 30,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Причому, на частку кальцію припадає 21,3, магнію – 6,3, натрію – 1,3, калію – 1,6 мг-екв, тобто ґрунтово-поглинальний комплекс насичений, в основному, кальцієм та магнієм [190].

На значну глибину темно-каштанових ґрунтів виносяться лише легкорозчинні солі. Нагромадження карбонатів кальцію та магнію спостерігається у верхньому горизонті. У зв'язку з цим скипання під дією соляної кислоти можна спостерігати на незначній глибині [192].

Механічні властивості ґрунту характеризуються високим вмістом пилу, що обумовлює низьку водопроникність і велику в'язкість при висиханні. Крім того, при висиханні ґрунт відзначається високою щільністю, низькою водостійкістю і схильний до набухання. Ґрунти регіону відрізняються певною однорідністю за ґрунтовими горизонтами, а також мають тенденцією до

зменшення глинистих часток у гумусовому шарі та поступового накопичення їх у перехідному горизонті (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Механічний склад темно-каштанового ґрунту в стаціонарному досліді
Інституту зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон [190]**

Шар ґрунту, см	Розмір часток фракцій (мм) та їх співвідношення (%)				
	пісок	пил			мул
	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	0,001
3-22	16,5	41,4	5,6	10,6	25,9
26-31	15,1	35,5	9,4	10,5	29,5
34-44	12,6	40,4	8,7	10,2	28,1
80-90	18,3	28,2	11,6	10,5	31,4
120-130	9,4	41,2	5,6	11,6	32,2

pH водної витяжки орного шару ґрунту дорівнює 6,8-7,2. Підґрунтові води залягають на глибині 18-20 м [190].

Характерною особливістю темно-каштанових ґрунтів є чітка диференціація профілю за елювіально-ілювіальним типом, що пов'язано з солонцюватістю цих ґрунтів (рис. 2.1).

Наявність поглинутого натрію та калію зумовлює нестійку, що легко розпилюється, грудкувату структуру, а іноді безструктурність верхнього горизонту темно-каштанового ґрунту. Внаслідок цього після дощів та поливів ґрунти запливають, при пересиханні утворюють кірку, а при оранці часто утворюють глиби. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів слабколужна (pH = 7,2-7,4), вниз по профілю, як правило, зростає [190].

Взагалі, темно-каштанові ґрунти в роки з достатньою кількістю опадів, або в умовах зрошення, можуть забезпечувати формування високих і сталих урожаїв. Це найкращі ґрунти на півдні степової зони України [5].

В метровому шарі ґрунту, в якому найбільш активно протікають процеси поглинання вологи рослинами більшості культур, водно-фізичні показники

становлять: найменша вологоємність (НВ) – 21,3%, вологість в'янення (ВВ) – 9,5% від маси сухого ґрунту, щільність – 1,41 т/м³ [5].



$A_0 (H_0) \frac{0-3}{3}$ дернина, залишки злаково-полинної рослинності темно-сірого кольору

$A (H) \frac{3-31}{28}$ гумусно-аккумулятивний горизонт, темно-сірий, пилювато-грудкуватої структури, пухкий, коренів багато, зустрічаються кротовини, червоточини, перехід поступовий

$AB (H_p) \frac{31-54}{2}$ гумусово-перехідний горизонт, темно-бурого забарвлення, грудкувато-горіхуватої структури

$B (Ph) \frac{54-92}{3}$ перехідний горизонт, брудно-палевого забарвлення, горіхової структури, щільний, закипає від дії НСІ

$B_c (P_K) \frac{92-147}{55}$ карбонатно-ілювіальний горизонт, палевого забарвлення з білими вкрапленнями білозірки, горіхової структури, дуже щільний, коренів немає, перехід поступовий

$C (P_K) \downarrow 147$ материнська ґрунтоутворююча порода – лес

Рис. 2.1 Ґрунтовий розріз темно-каштанового слабкосолонцюватого середньосуглинкового ґрунту [5]

У ньому може утримуватися 3003 м³/га води, із яких 44,6% є недоступною для рослин, а запаси продуктивної вологи становлять 1664 м³/га [190] (табл. 2.2).

Ґрунт характеризується високим вмістом пилу, що обумовлює низьку водопроникність і велику в'язкість при висиханні. Крім того, при висиханні ґрунт відзначається високою щільністю, низькою водотривкістю і схильний до

набухання. [190].

Таблиця 2.2

Водно-фізичні властивості ґрунту в стаціонарному досліді Інституту зрошуваного землеробства НААН, м. Херсон [190]

Шар ґрунту, см	Щільність будови, т/м ³	Найменша вологоємність, % від маси сухого ґрунту	Вологість в'янення, %		Запаси продуктивної вологи, м ³ /га
			від маси сухого ґрунту	від НВ	
0-10	1,52	23,5	9,3	39,6	215,8
10-20	1,55	23,5	9,3	39,6	220,1
20-30	1,38	22,9	9,6	41,9	183,5
30-40	1,35	22,0	10,2	46,4	159,3
40-50	1,34	21,0	10,4	49,5	142,0
50-60	1,34	20,7	9,6	46,4	148,7
60-70	1,32	20,2	9,4	46,5	142,6
70-80	1,32	19,8	9,1	46,0	141,2
80-90	1,49	19,7	9,0	45,7	159,4
90-100	1,48	19,9	9,5	47,7	153,9
100-150	1,45	20,1	9,3	46,2	783,0
150-200	1,45	20,1	9,3	46,2	783,0
0-30	1,48	23,3	9,4	40,3	617,2
0-50	1,43	22,6	9,8	43,4	915,2
0-70	1,40	22,0	9,7	44,1	1205,4
0-100	1,41	21,3	9,5	44,6	1663,8
0-150	1,41	20,9	9,5	45,4	2428,2
0-200	1,43	20,7	9,4	45,4	3231,8

Отже, водно-фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту дослідної ділянки, в цілому, є типовими для темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтів Південного Степу України.

2.2 Клімат Південного Степу України та особливості метеорологічних умов у роки проведення досліджень

Помірно-континентальний клімат півдня України, з недостатнім та нестійким зволоженням, а також великим ресурсами сонячної радіації, сформував степові ландшафти. За ґрунтово-кліматичними умовами в Степу

виділяються три зони: південна (Херсонська, Миколаївська, частина Одеської області, степові райони Криму), центральна (Дніпропетровська, Запорізька, південна частина Кіровоградської та Донецької областей) і північна (північна частина Кіровоградської і Донецької областей, Луганська область). Ці зони мають свої кліматичні особливості [5].

На більшості території зони Степу за рік випадає 300-400 мм опадів, а у Східноєвропейському секторі – 450-500 мм. Випаровуваність у південній підзоні наближується до 800-1000 мм, коефіцієнт зволоження знижується від 0,8-0,6 у північній підзоні, до 0,5-0,3 – у південній. Річна сумарна радіація досягає тут 100-120 ккал/см², а радіаційний баланс – до 40-50 ккал/см² (у Причорномор'ї – до 55 ккал/см²) [5].

Особливістю підзони Південного Степу є значна нерівномірність розподілу в часі атмосферних опадів. У деякі роки опадів випадає менш ніж 200 мм. На заході зони Степу опади порівняно рівномірно розподілені за місяцями, на сході влітку спостерігається їх різкий літній і зимовий мінімум. Для них характерний зливовий режим: за добу може випасти до 200 мм опадів. Основна частина атмосферних опадів надходить до України з Атлантики. Створення каскадів водосховищ призвело до зміни мікроклімату в прибережній зоні Чорного й Азовського морів, сприяло зміні мікроклімату в літній період і виникненню бризвої циркуляції [5].

Під час спекотливої погоди в літні місяці більша частина опадів випаровується і на долю стоку залишається не більше 5-10%. Головна складова стоку – снігові талі води, більше 65% річної норми стоку припадає на весняну повінь (травень-червень). Деякі місцеві річки в Південному Степу влітку можуть пересихати. Весняна повінь відбувається бурхливо. В цей період ерозійна дія річок і водних потоків досить інтенсивна. Мінералізація річкових вод знаходиться у межах 300-500 мг/л і більше. В зв'язку з цим іонний стік відносно невеликий (10-20 т/км² за рік) [65].

У переважної більшості сільськогосподарських культур продукційні процеси активуються після стійкого переходу середньодобової температури

повітря вище 5-7°C, що в південному Степу припадає на третю декаду березня, на іншій території країни – на першу декаду квітня. Закінчується період вегетації, як правило, в третій декаді жовтня і тільки в південно-західних районах Степу – у першій-другій декадах листопада. Тривалість вегетаційного періоду в крайньому північно-східному Степу складає 190–200, а в південній частині подовжується до 220–240 днів [5].

Річний хід відносної вологості повітря змінюється в зворотній залежності від температури. Так, найвища відносна вологість повітря відзначена в грудні-січні. У Північному Степу відносна вологість повітря складає 55-63%. До півдня вона підвищується й у приморській частині досягає 65-75%. При зниженні відносної вологості повітря нижче 30% і наявності сильного вітру сільськогосподарські культури відчувають термічний стрес, а такі дні називають днями з суховіями. Більше всього днів з суховіями буває в південних районах сухого Степу (близько 50 днів у рік) [5].

У Степу майже щорічно (у дев'ятох роках з десяти) бувають бездощові періоди тривалістю 20-30 днів. На північному заході цих зон, в середньому, через кожні два роки бездощів'я триває 25-30, а в приморській частині південного Степу – до 40-45 днів. Через кожні чотири роки тривалість його збільшується від 30-40 днів у північно-західних районах, до 50 у східних і 50-60 у причорноморській смузі. Раз у десять років бездощові періоди тривають 36-50 днів на північному заході й до 65-75 днів – на узбережжі [5].

Висока температура і низька відносна вологість повітря, що сприяють тривалому бездощів'ю, підсилюють його шкідливий вплив на рослини й створюють умови для виникнення атмосферних посух і суховіїв. Через нерівномірне випадання опадів розподіл посух має ланкову структуру. За результатами досліджень, слабкі посухи спостерігаються окремими осередками, сильні охоплюють великі території. При сильних посухах є окремі райони, де вони виражені слабкіше. Половина весняних посух (50% випадків) носить локальний характер – вони охоплюють 10% території, лише в 3% випадків посухи поширюються на площі більше 50% території і носили

катастрофічний характер. Це посухи 1934, 1946, 1968, 1996, 2007 та 2012 рр. [190].

Літні посухи спостерігаються частіше, ніж весняні й осінні. Вони бувають майже щорічно і припадають на період вегетації. Найбільша їхня повторюваність (80-90%) відзначається в південних приморських районах Херсонської області й у районі Армянська АР Крим [298]. Осінні посухи зустрічаються рідше, ніж літні й весняні, проте імовірність їх усе-таки значна. У приморських районах вона досягає 40-50%.

У холодний час року на півдні переважають східні та північно-східні вітри, до півночі – південні, перехідні в південно-західні. У теплий період року напрямок вітрів майже однотиповий: панують північно-західні вітри, а на півдні спостерігаються східні й південно-східні-суховії [5].

Найбільша кількість днів із суховіями спостерігається в центральній частині степової зони й у степовому Криму. Тут у середньому за теплий період буває більше 15 днів, а в районі Асканія-Нова – Нижні Сірогози – 20 днів із суховіями. На крайньому сході степової зони виділяється друга область, у якій кількість днів із суховіями досягає 20-24. У західних і північно-західних районах Степу кількість їх швидко зменшується. Тут суховії бувають не щорічно. Найбільше їх у травні та серпні. У липні середня кількість днів із суховіями знижується до 3-5, але в окремі роки досягає 12-17. Найбільш небезпечні травневі й липневі суховії. Вони викликають запал зерна і значно знижують урожайність сільськогосподарських культур [190].

Весняні пилові бурі спостерігаються на всій території південних і південно-східних районів України. У Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Миколаївській областях, у степових районах Криму й у більшості районів Одеської області вони виникають щорічно [5].

Максимум пилових бурь припадає на літо. У цей час вони щорічно спостерігаються в Херсонській, Запорізькій, Миколаївській, Дніпропетровській областях, у південних районах Одеської, Полтавської, Харківської й в окремих районах Донецької областей в АР Крим. Повторюваність літніх пилових бурь

тут коливається від 1 до 6 днів, загальна кількість їх, як і навесні, складає 20-30 днів за сезон. Літні бурі охоплюють трохи менші площі в порівнянні з весняними, а 40% з них являють собою локальні явища [5].

При розробці агротехнологічних заходів слід враховувати питання трансформації клімату в напрямі його поступового потепління. Так, розглядаючи питання про зміну клімату та вплив таких змін на агросферу, слід зазначити, що процес кліматичних коливань є постійним і безперервним. Існують декілька гіпотез, згідно яких на зміну клімату впливають різноспрямовані чинники: космічні (зміна інтенсивності сонячного випромінювання та його спектрального аналізу); астрономічні (нахил площини екліптики, площини земної орбіти й екватору, зміна ексцентриситету земної орбіти); геологічні (зміни площі суші та моря, рельєф, берегові лінії тощо); антропогенні (підвищення вмісту вуглекислоти та інших газів, які утворюються внаслідок вирощування сільськогосподарських тварин та промислової діяльності людини [376].

зауважити, що роль зрошення за умов наростаючих тенденцій до глобального потепління на Землі буде постійно підвищуватись. В останні десятиліття за умов поступового потепління клімату спостерігається стійка тенденція до суттєвого збільшення числа років з посухами. Тільки за період з 1960 по 2002 роки на півдні України відзначено 21 рік з посухами, тобто кожен другий рік був посушливий, а кожен третій – гостропосушливий. За таких умов, ефективність зрошення буде постійно зростати, тому розвиток зрошуваних меліорацій повинен бути пріоритетним напрямом державної аграрної політики, особливо в Південному Степу України. Як першочергове завдання на цьому шляху, яке вирішує науковий колектив в Інституту зрошуваного землеробства НААН, є мінімізація меліоративного навантаження на ґрунт, в основі якого лежить раціональне водокористування. Крім того, дефіцит води і екологічна ситуація, що загострюється, стають новими, найважливішими критеріями сучасних підходів до зрошення [190].

Моделювання змін клімату в XXI столітті свідчить про те, що збільшення

емісії парникових газів в атмосферу підвищить вірогідність посух з аномально слабкими опадами й підвищенням приземної температури протягом вегетаційного періоду. Одночасно в деяких регіонах світу виросте число днів з інтенсивними опадами. Можливе зростання біологічної продуктивності рослин внаслідок збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері. При глобальному потепленні на 1°C зона максимальних значень продуктивності рослинних ценозів у північній півкулі Землі переміститься на північ на 200-300 км [298].

Розвиток потепління буде супроводжуватися ростом як теплозабезпеченості сільськогосподарських культур, так і збільшенням тиску й напруженості термічного режиму теплого періоду року, який стане більш тривалим і більш спекотливим. У результаті приблизно на 10% збільшиться сумарне випаровування і, навпаки, на 0,09-0,14% зменшиться значення гідротермічного коефіцієнта. При цьому сума опадів у холодний період зросте (у січні, наприклад, на 10-15 мм), а в літній період залишиться практично на сучасному рівні. У результаті, відповідно до найбільше надійних моделей, у середніх широтах Північної півкулі очікується практично повсюдне висушування ґрунту в літній період: негативна аномалія вологості буде виникати навесні й тривати до кінця теплого періоду [468].

За багаторічними даними в Південному Степу України за рік випадає в середньому 406 мм опадів. Для порівняння: в центральному Степу їх кількість складає 481 мм, а в північному зростає до 511 мм [5] (табл. 2.3).

За гідротермічним коефіцієнтом Південний Степ відноситься до дуже посушливої зони, де вологи недостатньо для одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур на зрошуваних і неполивних землях. Отже, в цій зоні стійке ефективне ведення землеробства можливе тільки при зрошенні [365].

Підзони Степу відрізняються також кількістю тепла і світла. Так, сума активних температур повітря понад 5°C за рік складає у Південному Степу 3715, Центральному – 3400, Північному – 3181°C. Фотосинтетично-активної

радіації (ФАР) за рік надходить, відповідно, 2457, 2297 і 2250 МДж/м² [5].

Ці дані свідчать про те, що в усіх підзонах тепла і світла достатньо для вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур, проте найбільше їх у південних районах Степу [5] (додаток Б.1).

Таблиця 2.3

Кліматична характеристика зони Степу [5]

№ з/п	Показники	Південний	Центральний	Північний
1.	Кількість опадів за рік, мм	406	481	511
2.	Гідротермічний коефіцієнт	0,7	0,9	1,1
3.	Середня кількість продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см на початку весни, мм	135	145	155
4.	Сума активних температур повітря більше 5°C	3715	3400	3185
5.	Тривалість періоду з температурою повітря більше 5°C, днів	230	217	210
6.	Безморозний період, днів	182	170	170
7.	Середньорічна температура повітря, °C	10	8	8
8.	Прихід ФАР, МДж/м ²	2457	2297	2250
9.	Суховійних днів	38	40	32
10.	Сума негативних температур повітря, °C	195	415	420
11.	Висота снігового покриву в лютому, см	1	6	8
12.	Середня глибина промерзання ґрунту, см	30	40	45
13.	Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла куштиння, °C	-17	-21	-22

Весна у степовій зоні характеризується швидким наростанням температури повітря. Починається вона в першій декаді березня, коли середня температура повітря переходить через 0°C. В кінці другої декади березня температура повітря переходить через 5°C, що співпадає з відновленням весняної вегетації озимої пшениці [5].

Літо в Степу жарке, посушливе. Середня місячна температура повітря у червні становить 19-20°C, у липні і серпні – 21-23°C. Максимальна температура повітря сягає 35-40°C, що негативно впливає на рослини. Дощі випадають у вигляді злив, нерівномірно. Характерними є суховії і пилові бурі.

Найбільше суховійних днів буває в південних (38-40) і східних областях Степу (40-45). На північ і захід зони Степу кількість суховіїв зменшується. Найбільшу небезпеку становлять травневі й червневі суховії, які погіршують запліднення і налив зерна озимої пшениці, що призводить до недобору врожаю [5].

Осінь тепла, суха. Перед сівбою озимих культур запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту по непарових попередниках складають у південному Степу в середньому 45-50 мм, центральному – 55-60, північному – 60-70 мм. Це створює несприятливі умови для сходів пшениці, особливо в південних областях і степовій частині АР Крим. По мірі переміщення з півдня на північ умови для одержання сходів покращуються [5].

Зима в цілому тепла, сприятлива для зимівлі озимих культур. На півдні температура повітря становить, як правило, 10-17°C, в центрі Степу – 15-20, в північному Степу 15-22°C морозу. В окремі роки температура повітря понижується до мінус 23-30°C, а на глибині вузла кущіння – до 16-20°C морозу, внаслідок чого частина посівів вимерзає. Найбільш жорсткі умови для перезимівлі бувають у східних районах Степу. У цій зоні середня загибель озимої пшениці сягає 20%. Ситуація погіршується також ще тим, що сніговий покрив тонкий і не стійкий, особливо на півдні України [5].

Зона Південного Степу України знаходиться в умовах недостатнього зволоження, де дефіцит вологи у ґрунті, за багаторічними даними метеорологічних станцій, складає 50-70% і починається у червні (а інколи в травні), досягає максимуму в липні-серпні, особливо в посушливі роки. Як показало проведене нами моделювання вірогідності повторюваності бездощових періодів, після позначок 51-60 днів відбувається поступове наростання цього показника у Степу [5].

Процес водоспоживання у відкритому природному середовищі залежить від багатьох факторів, головними з яких є зволоженість самої поверхні та метеорологічні умови над нею. До цих умов можна віднести: інтенсивність сонячної радіації, вологість повітря та швидкість вітру. Залежність випаровування від інтенсивності сонячної радіації є дуже складною. Промені

Сонця є джерелом тих енергетичних ресурсів випаровування, без яких воно майже неможливе, оскільки на випаровування 1 г води витрачається біля 600 кал. тепла [181].

Для характеристики погодних умов та розрахунку показників надходження сонячної радіації, індексів і коефіцієнтів, евапотранспірації тощо використовували дані Херсонської метеорологічної станції [18], зокрема: середня температура повітря (T), °С; мінімальна (T_n) та максимальна (T_x) температура, °С; кількість опадів (RRR), мм; відносна вологість повітря (U), %; швидкість вітру, м/с; загальна хмарність (N), %. Як приклад наводимо характеристику погодних умов за період 2005-2016 рр. (рис. 2.2, додатки Б.1-Б.12).

За узагальненням цих матеріалів нами виділені такі особливості погодних умов у роки проведення досліджень:

✓ 2005 р. – за всіма метеорологічними показниками відносився до середніх років. На відміну від попереднього року спостерігалася недостатня кількість атмосферних опадів у 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 вкрай 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 та несприятливих умов період інтенсивного наливу зерна в озимих зернових та критичні періоди у пізніх ярих культур проходили за недостатньої кількості опадів та високих температур повітря (середня температура повітря липня 22,5°, серпня –

24,2°C);

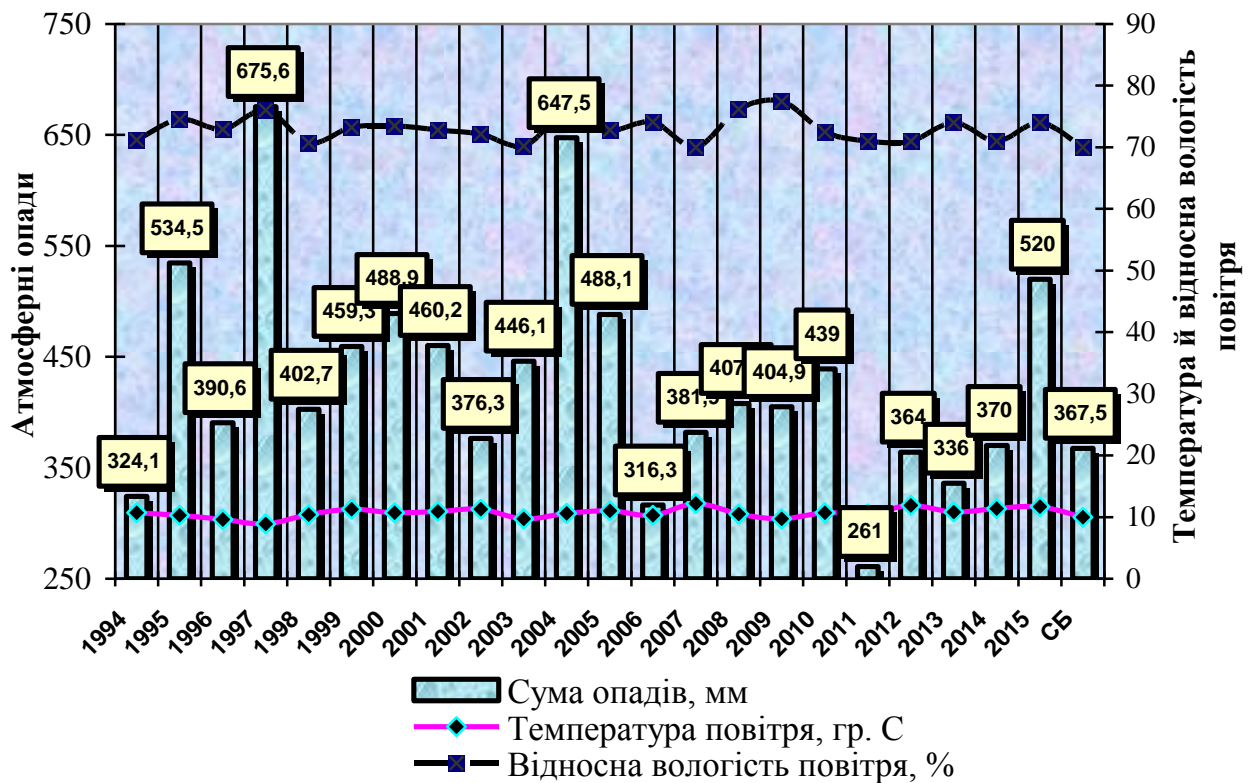


Рис. 2.2 Характеристика основних гідротермічних умов у роки проведення досліджень та середньобагаторічні значення (СБ) за даними агрометеорологічної станції Херсон [18]

✓ 2007 р. – характеризувався спочатку як сприятливий для озимих та ранніх ярих культур, проте, починаючи з травня, – як дуже несприятливий і гостропосушливий. 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% середньобагаторічної 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. Період колосіння, формування та наливання зерна в озимих співпав з надзвичайно спекотливою погодою (середня температура повітря в третій декаді травня і в першій декаді червня становила відповідно 24,8 та 23,2° при нормі 18,1 і 19,6°C), повітряною та ґрунтовою посухою. В цілому згідно

розрахунків температура повітря у травні перевищувала середні багаторічні показники на $2,9^{\circ}\text{C}$, у червні – на $2,9$, у липні – на $2,6$, у серпні – на $3,5$, у вересні – на $0,7^{\circ}\text{C}$. 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 $32-36^{\circ}$, а у липні і серпні – $36-38^{\circ}\text{C}$;

✓ 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 $1,1^{\circ}\text{C}$ меншою за середньобагаторічні показники. У подальшому відмічена тенденція до перевищення температури повітря у червні – на $1,2^{\circ}$, у липні – на $0,9$, у серпні – на $3,0^{\circ}\text{C}$. Максимальні середньодобові температури повітря у червні сягали $24,1-24,6^{\circ}$, а у липні і серпні – $28,2-28,9^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів за період з травня по серпень становила $288,4$ мм, що на $25,8\%$ вище за середньобагаторічні показники. Восени встановилася помірно тепла без опадів погода;

✓ 2009 р. – характеризувався сприятливими умовами для пшениці озимої та інших культур. Зима цього року була теплою – середня температура повітря за зимовий період становила $0,3^{\circ}\text{C}$ тепла, що вище норми на $1,1^{\circ}\text{C}$. Максимальне промерзання ґрунту спостерігалось до глибини $44-46$ см. Стійкого снігового покриву не спостерігалось. Весна характеризувалась теплою з атмосферними опадами погодою – середня за період температура повітря становила $10,2^{\circ}\text{C}$ (вище за норму на $0,8^{\circ}\text{C}$). 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 у 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 це 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 2,4⁰ С, коли середньобагаторічна становила 2,2°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.

Так, їх було 39,1 мм порівняно із 25 мм середньобогаторічними. Суттєво покращилися умови вологозабезпечення у травні. Порівняно із середньобогаторічною нормою (37 мм), кількість опадів, що випала у травні, досягла 79,6 мм. Середньодобова температура повітря була дещо нижчою (на 1,5°C), вологість вищою (на 14 %) за середньобогаторічну. Погодні умови літнього періоду суттєво не відрізнялися від середньо-богаторічних показників. У червні місяці середньодобова температура становила 19,3°C, що на 1°C вище за середньобогаторічну. 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 середньобогаторічними. Серпень виявився дещо прохолоднішим. Осінь 2011 року була гостро посушливою. За осінній період випало лише 13,2 мм опадів, у той час, як середньобогаторічна 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 середньобогаторічних показників) та перші дві декади (14% від норми) травня, а також високі температури повітря (30° 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°, у липні – на 4,7°, у серпні – на 2,3°C відносно середньобогаторічних показників. Максимальні середньодобові температури повітря у червні сягали 31,1-36,0°, а у липні і серпні – 38,1-38,7°C. Кількість опадів за період з травня по серпень становила 179,2 мм, що на 17,5% нижче за середньобогаторічні 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 місяця була сприятливою для розвитку всіх культур, проте в другій декаді липня різке зниження температури повітря негативно впливало на процеси запилення та дозрівання. Оподи, які

випали в першій декаді липня місяця 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 у квітні місяці становила 4,2 мм, в травні – 3,6, 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 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), тим самим зволоживши посівний шар ґрунту та дозволивши 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 протягом 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 $22,5^{\circ}\text{C}$, що вище норми на $1,5^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря підвищувалась до $38,6^{\circ}\text{C}$ в другій декаді серпня, а на поверхні ґрунту – до $59,7^{\circ}\text{C}$. Опади протягом літнього періоду випадали нерівномірно: червень – $38,3$ мм, липень – $104,6$, серпень – $12,1$ мм. Так, за сезон випало $155,0$ мм, що вище середньо-багаторічної норми на 15% . Наприкінці вегетаційного періоду у вересні місяці, склалась посушлива погода з підвищеним температурним режимом.

✓ 2016 р. – був сприятливим для розвитку сільськогосподарських культур. Так, у квітні температура коливалася в межах $12,3-14,5^{\circ}\text{C}$, що на $0,4-0,7^{\circ}\text{C}$ 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 в нічні години у повітрі знижувалась до $6,2^{\circ}$, на поверхні ґрунту – до 5°C . Мінімальна температура повітря у травні становила 7°C , на поверхні ґрунту до $4,6^{\circ}$, на висоті 2 см над поверхнею ґрунту до $-4,0^{\circ}$. Наприкінці травня місяця встановилася тепла з опадами погода. На початку червня спостерігалась тепла з опадами погода, яка змінилася жаркою з опадами погодою. Опадів за декаду випало в межах норми. Перша декада серпня характеризувалась сухою та жаркою погодою. Максимальна температура повітря в найтепліші дні декади підвищувалась до $37,8^{\circ}\text{C}$, поверхня ґрунту в денні години прогрівалась до 61°C . Опадів випало $0,6$ мм при нормі 7 мм. Максимальна швидкість вітру досягала 14 м/с. Наприкінці серпня встановилася тепла з опадами погода. Максимальна температура повітря знижувалась до $15,4^{\circ}$, на поверхні ґрунту – до $15,2^{\circ}\text{C}$. Опадів за третю декаду випало $26,1$ мм, або 145% норми.

Згідно спостережень Українського Гідрометцентру [18] (рис. 2.3) погодні умови весняного періоду 2015 р. після відновлення вегетації та активізації ростових процесів пшениці озимої практично на всій території Херсонської області склалися несприятливо, оскільки стан зволоження у більшості

випадків характеризувався недостатнім (4 – слабо зволожені) та дуже низьким (5 – сухі) рівнем природного вологозабезпечення.

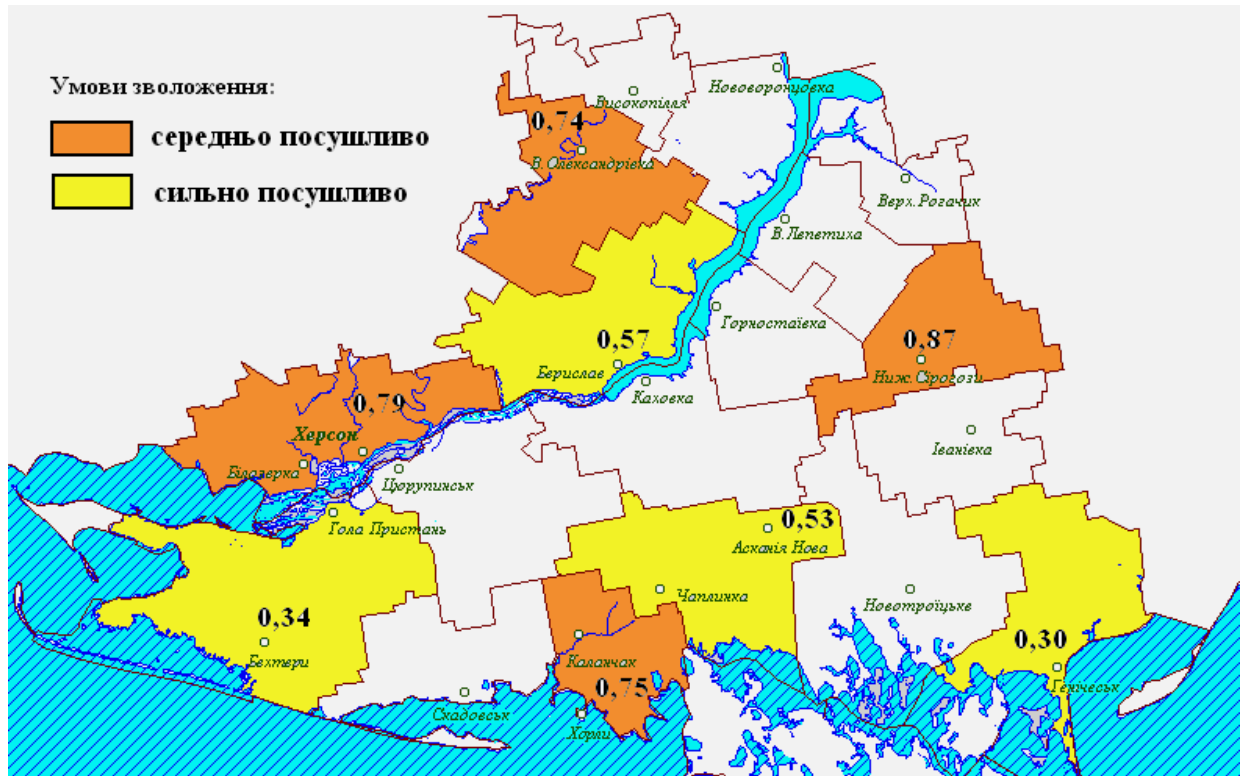


Рис. 2.3 Показники гідротермічного коефіцієнту в різних районах Херсонської області (за період квітень – жовтень 2015 року) [83]

Роки проведення досліджень, які використовували для моделювання продуктивності зрошуваних агроєкосистем, за дефіцитом випаровуваності були: 1994 р. – середній; 1995 – середньосухий; 1996 – сухий; 1997 – вологий; 1998 – середній; 1999 – середньосухий; 2000 – середньовологий; 2001 – середньосухий; 2002 – сухий; 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 р. – середньосухий; 2016 р. – середній.

Таким чином, у підзоні південного Степу погодні умови суттєво відрізняються за окремими роками. Проте, майже щорічно відмічається нестача опадів, що обумовлює необхідність використання зрошення для одержання високих і стабільних врожаїв переважної більшості сільськогосподарських культур.

2.3 Програми та методика проведення досліджень

В дисертаційній роботі використано результати багаторічних польових і лабораторних досліджень, які були проведені протягом 2005-2016 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, а також в інших екологічних пунктах Південного Степу України, про що зазначено у відповідних експериментальних розділах [190]. Крім того, для моделювання використано дані метеорологічних спостережень агрометеостанції Херсон за період 1970-2016 рр. [18]. Дослідження проведені з використанням загальноновизнаних методик польового досліду [134, 152, 289, 292, 426]. Польові досліди закладали методом рендомізованих розщеплених ділянок.

У дисертаційній роботі висвітлено результати досліджень з основними сільськогосподарськими культурами, які вирощують на зрошуваних землях Південного Степу України – люцерною, пшеницею озимою, кукурудзою, соєю, ріпаком та іншими. Назви, місце та роки проведення досліджень, а також схеми дослідів наведено безпосередньо в експериментальних розділах.

Лабораторні дослідження супроводжувалися аналізами ґрунту згідно вимог ДСТУ [155-163] та методичних рекомендацій [165, 167, 175, 176, 287]. Також ґрунт і рослини досліджували сучасними мобільними пристроями – Luster Leaf Rapitest 1835, МГ-44 та N-Tester.

Фенологічні спостереження проводилися на постійно закріплених рослинах у двох несуміжних повтореннях польових дослідів. Відмічалось настання основних фаз росту й розвитку досліджуваних сільськогосподарських культур. Спостереження проводилися візуально: відмічали початок фази, коли 10% рослин вступило в неї та повну фазу, коли в неї вступило 75% рослин, а також ступінь ураження листогризухами та внутрішньостебловими шкідниками, вияв хвороб рослин, щільність бур'янів. Облік густоти стояння виконували окремо на кожній дослідній ділянці безпосередньо після появи повних сходів з наступним формуванням необхідної щільності посівів

просапних культур згідно зі схемами дослідів. Перед збиранням урожаю підрахунок рослин у всіх варіантах повторювався. Біометричні вимірювання рослин, обліки забур'яненості посівів, структуру врожаю проводили згідно із загальноприйнятими методиками дослідної справи [289].

В основні фази росту й розвитку сільськогосподарських культур відбирали зразки для визначення приросту сирої та сухої біомаси, а також вмісту хімічних елементів у лабораторії аналітичних досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН. При цьому відбирали по 50 типових рослин на двох несуміжних повтореннях дослідів. Після зважування рослини дрібнили, з маси відбирали по три зразки масою 100 г, фіксували на водяній бані та просушували до повітряно-сухого стану, після чого висушували при температурі 100-105°C до постійної ваги [417].

Аналітичні дослідження з рослинними зразками проводили за методиками: сирий протеїн, загальний азот – за К'ельдалем; сира клітковина – за Геннебергом і Штомманом; сирий жир – шляхом екстрагування за Рушковським; сира зола – методом сухого озолення; калій – на полуменевому фотометрі; фосфор – фотоколориметричним методом. Розрахунок вмісту кормових одиниць у сухій речовині зроблено на основі хімічних аналізів [99, 107].

Фактичну вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом, за допомогою приладу МГ-44 та розрахунковими методами. Проби ґрунту відбирали пошарово, через 10 см, на глибину 0,5-2,0 м за міжфазними періодами досліджуваних сільськогосподарських культур для визначення строків поливів і розрахунку сумарного водоспоживання рослин. Повторність відбирання зразків ґрунту – чотириразова [83].

Величину поливних норм визначали за формулою (2.1) [293].

$$m = 100 \times v \times h \times (\beta_{\text{нв}} - \beta_{\text{ф}}), \quad (2.1)$$

де m – поливна норма, м³/га;

v – щільність складення ґрунту, т/м³;

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 досліджуваних культур за весь вегетаційний період і за окремі міжфазні періоди визначали методом водного балансу [293] за формулою (2.2).

$$E = M + O + (W_{\text{н}} - W_{\text{к}}), \quad (2.2)$$

де E – сумарне водоспоживання за розрахунковий період, м³/га;

M – зрошувальна норма за період, м³/га ;

O – опади за період, м³/га ;

$W_{\text{н}}$ – запас вологи в активному шарі ґрунту на початку вегетаційного (розрахункового) періоду, м³/га;

$W_{\text{к}}$ – запас вологи в активному шарі ґрунту в кінці вегетаційного (розрахункового) періоду, м³/га.

Облік опадів проводився за даними групи метеорологічних спостережень агрометеорологічної станції Херсон Українського гідрометеорологічного центру [18] з коригуванням їх кількості згідно з показниками ґрунтових дощомірів, які були встановлені безпосередньо на дослідних ділянках.

Коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації ($K_{\text{ФАР}}$, %) визначали за методикою [408] шляхом співвідношення енергоємності врожаю культури ($E_{\text{У}}$, ГДж/га) та енергії ФАР, яка поглинена посівами за період вегетації ($E_{\text{ФАР}}$, ГДж/га) за формулою (2.3).

$$K_{\text{ФАР}} = \frac{E_{\text{У}} \times 100}{E_{\text{ФАР}}}, \quad (2.3)$$

де $K_{\text{ФАР}}$ – коефіцієнт використання фотосинтетично-активної радіації, %;

$E_{\text{У}}$ – енергоємність врожаю культури, ГДж/га;

$E_{\text{ФАР}}$ – енергія ФАР, яка поглинена посівами за період вегетації сільськогосподарських культур, ГДж/га.

Для озимих культур енергія ФАР ($E_{\Phi AP}$) розраховувалася за формулою (2.4) [408].

$$E_{\Phi AP} = \frac{E_{\Phi AP_{en}} \times T_{ne}}{T_{en}}, \quad (2.4)$$

де $E_{\Phi AP_{en}}$ – енергія фотосинтетично-активної радіації за теплий період року з температурою більше 5°C , ГДж/га;

T_{ne} – вегетаційний період сільськогосподарської культури, днів;

T_{en} – вегетаційний період з температурою більше 5°C , днів.

Показники загальної енергоємності технології вирощування досліджуваних культур встановлювали за методикою [282, 407] шляхом розрахунків показників врожайності окремих сільськогосподарських культур, виходу побічної продукції, післязбиральних решток і кореневої системи.

Для оцінки гідротермічних умов у роки проведення досліджень використовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який розраховували за методикою Г. Т. Селянинова за формулою (2.5) [106].

$$\text{ГТК} = \frac{\sum \Theta}{0,1 \sum t}, \quad (2.5)$$

де $\sum \Theta$ – сума опадів за певний період;

$\sum t$ – сума температур вище 10°C за той самий період.

Ефективність використання теплових ресурсів зони Південного Степу оцінювали за температурним індексом (T_u) [203] за формулою (2.6):

$$T_u = \frac{\sum T^{\circ}\text{C}}{Y}, \quad (2.6)$$

де $\sum T^{\circ}\text{C}$ – сума температур за період вегетації, $^{\circ}\text{C}$;

Y – урожайність, т/га

З метою встановлення впливу метеорологічних умов на продуктивність досліджуваних культур за незмінності агротехнологічних факторів користувалися індексом оцінки агрометеорологічних умов вегетаційного

періоду (I), який встановлювали за формулою (2.7) [407].

$$I = \frac{Y_{\text{факт}}}{Y_{\text{тренд}}}, \quad (2.7)$$

де $Y_{\text{факт}}$ – фактичний рівень урожайності певного року, ц/га;

$Y_{\text{тренд}}$ – теоретичний показник урожайності, який встановлюється

за лінією тренду і розрахованими рівняннями регресії, ц/га.

Для здійснення оцінки впливу накопичення сум ефективних температур понад 5° і 10°C за осінній та весняно-літній вегетаційний період пшениці озимої, а також для проведення інших розрахунків використовували ЕІД "Agromet" [85].

Коефіцієнт водоспоживання рослин [239] встановлювали за формулою (2.8).

$$K_E = \frac{E}{Y}, \quad (2.8)$$

де K_E – коефіцієнт водоспоживання, $\text{м}^3/\text{т}$;

E – сумарне водоспоживання за період вегетації, $\text{м}^3/\text{га}$;

Y – врожайність культур, т/га.

Коефіцієнт ефективності зрошення (окупність поливної води) [239, 447] визначали за формулою (2.9).

$$K_{\text{еф}} = \frac{Y_z - Y_c}{M}, \quad (2.9)$$

де $K_{\text{еф}}$ – коефіцієнт ефективності зрошення, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Y_z – урожайність при зрошенні, $\text{кг}/\text{га}$;

Y_c – урожайність без зрошення, $\text{кг}/\text{га}$;

M – зрошувальна норма, $\text{м}^3/\text{га}$.

Коефіцієнт продуктивності зрошення (CWP_E), який був запропонований вченими ФАО ООН [483] і відображає співвідношення приросту врожайності

від поливів до різниці евапотранспірації між зрошуваними і неполивними ділянками, встановлювали за допомогою формули (2.10):

$$CWP_E = \frac{Y_i - Y_d}{ET_i - ET_{id}}, \quad (2.10)$$

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.

Ступінь природної вологозабезпеченості років визначали залежно від дефіциту випаровуваності по кожній культурі за ряд років з використанням методики М.М. Іванова (1954) [447] за формулами (2.11-2.12):

$$DE = E_o - O, \quad (2.11)$$

де DE – дефіцит випаровуваності, мм;

E_o – випаровуваність за розрахунковий період, мм;

O – опади за цей період, мм.

Для розрахунку випаровуваності [447]:

$$E_o = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - \alpha), \quad (2.12)$$

де t – середньодобова температура повітря розрахункового періоду, °С

α – середньодобова відносна вологість повітря за період, %.

Забезпеченість року досліджень за дефіцитом випаровуваності [447] встановлювали за допомогою формули (2.13):

$$P = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} \times 100 \%, \quad (2.13)$$

де P – забезпеченість року досліджень за дефіцитом випаровуваності, %;

m – порядковий номер члена ряду спостережень величини дефіциту випаровуваності, розташованого в порядку зменшення;

n – загальне число членів у ряді.

Градація років: від 5% і до 49,9 – вологі; від 50 і до 74,9 – середньовологі; від 75 і до 89,9 – середньосухі; 90% і більше – сухі [17].

Розрахункову норму внесення мінеральних добрив на заплановану врожайність проводили методом оптимальних параметрів з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті [99] за допомогою формули (2.14).

$$D = \frac{100 \times UB - P \times 1,8 \times Kn}{Ky}, \quad (2.14)$$

де D – розрахункова доза азотних добрив, кг/га;

U – запланована врожайність, ц/га;

B – винесення азоту з 1 ц урожаю, кг;

P – вміст N-NO₃ в ґрунті, кг/га;

1,8 – коефіцієнт нітрифікації (оптимальне підвищення нітратного азоту за рахунок нітрифікації);

Kn – коефіцієнт використання азоту з ґрунту, %;

Ky – коефіцієнт використання азоту з добрив, %.

Збирання врожаю та облік урожайності досліджуваних культур проводили в фазу повної стиглості з усієї облікової площі ділянок [287]. Після збирання і досушування зернових культур з насінневих ділянок проводили калібрування фракцій за допомогою машини Петкус-Супер.

Результати обліку врожаю обробляли методами дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів [59, 61, 176] з використанням персонального комп'ютера та програмно-інформаційного комплексу "Agrostat" [134].

Економічну ефективність різних варіантів польових дослідів визначали згідно з методиками [286, 289]. Розрахунки здійснені за фактичними витратами, передбаченими технологіями вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України за показниками технологічних карт [139]. Для оцінки економічної ефективності брали основні показники: собівартість, умовно чистий прибуток, рівень рентабельності, продуктивність праці.

Вартість одержаної продукції та агроресурсів обчислювали за цінами, що фактично склалися у господарствах південного регіону України на 1 вересня 2016 року.

Біоенергетичну оцінку досліджуваних чинників проводили використовуючи спеціальні методичні рекомендації [282, 406, 429].

Для здійснення аналітичних досліджень для створення науково-обґрунтованих інноваційних підходів розвитку зрошуваних меліорацій на півдні України та підвищення продуктивності зрошення використовували спеціальні методики [204, 210, 232]. Методологічну основу дослідження становлять фундаментальні положення економічної теорії, наукові концепції і праці провідних українських і зарубіжних вчених в області інноватики та організаційного проектування інноваційних процесів і інституційної інфраструктури. Рішення поставлених завдань ґрунтувалися на застосуванні методів економічного та системного аналізу, експертних оцінок. Інформаційна основа дослідження формувалася на аналітичних дослідженнях експериментальних та статистичних даних, а також даних аналітичних оглядів, які публікуються в періодичній пресі та спеціальній науковій літературі, монографічних матеріалах досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених.

2.4 Характеристика приладів контролю за станом ґрунту й рослин, особливості їх використання в польових умовах

Для вимірювання параметрів ґрунту використовували прилад Luster Leaf Rapitest 1835 (рис. 2.4). Даний прилад дозволяє вимірювати показник рівня рН. Для цього треба зняти верхній шар ґрунту (5 см), наступний прошарок до глибини 12 см необхідно подрібнити, видалити камені та органічні залишки (листя й гілки) тому, що вони можуть вплинути на кінцевий результат і погіршити якість вимірювань. Ґрунт необхідно зволожити (в ідеалі дощовою водою) до м'якої консистенції.



Рис. 2.4. Зовнішній вигляд приладу Luster Leaf Rapitest 1835

Для того, щоб отримати ще більш точні результати вимірювання рівня рН, необхідно відібрати зразок ґрунту, видалити з нього усі домішки, подрібнити на частинки, після чого відміряти дві чашки цього підготовленого ґрунту. Паралельно з цим треба заповнити чистий стакан або пластиковий контейнер двома склянками дистильованої чи деіонізованої води і додати зразок до ґрунту, переконавшись, що він ретельно змішується з водою. Зайву воду необхідно злити.

Наступним кроком є вертикальне занурення електрода в зволожений ґрунт на глибину 10-12 см. Якщо електрод важко занурюється, варто обрати інше місце. Під час цього процесу не можна докладати надмірних зусиль.

Необхідно за годинниковою стрілкою і проти неї провести між пальцями кілька разів, щоб переконатися, що вологість ґрунту добре розподіляється по поверхні електрода, і почекати шістдесят секунд, щоб електрод стабілізував показання на дисплеї.

Якщо результат вимірювання рН – 7 або вище, необхідно дістати електрод, протерти його від частинок ґрунту, і вставити в іншій точці, перед

цим натерши його серветкою. Якщо результат вимірювання нижче рН – 7 необхідно дістати електрод, протерти його від частинок ґрунту, і вставити в іншій точці, але не натирати серветкою. Наступні дії співпадають з описаними вище.

Для забезпечення максимальної точності при вимірюванні рівня рН ґрунту рекомендується проводити наступну процедуру. Відібрати зразок, видалити домішки, подрібнити. Наповнити пластикову ємність ґрунтом на 3/4 і додати дистильовану чи деіонізовану воду, щільно закрити ємність кришкою і кілька разів енергійно струсити. Необхідно залишити її постояти 7-10 хвилин для розчинення солей ґрунту водою, потім відкрити кришку та злити залишки води.

Для забезпечення максимальної точності рекомендується відкалібрувати прилад за наступними параметрами (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Стандарти, за якими відкалібрований тестер

0 – (too little)	3 – 7 (ideal)	8 – 9 (too much)
50	50 – 200	200
4	4 – 14	14
50	50 – 200	200

Якщо тестер показує «too little» (занадто мало), необхідно використати рекомендовані живильні розчини з розчинними добривами протягом 3 тижнів після посіву, здійснюючи це кожного місяця при поливі. У разі появи на приладі надпису «ideal» (ідеально), необхідно поливати один раз на місяць з розчинним рекомендованим добривом. Якщо тестер показує «too much» (забагато), необхідно припинити удобрення рослин, використати додаткові обсяги поливної води для їх розчинення та споживання рослинами. Можна додати гній, компост, рослинні відходи, листя і будь-які інші органічні речовини в ґрунт.

Для вимірювання вологості ґрунту використовували вологомір МГ-44 (рис. 2.5).



Рис. 2.5 Зовнішній вигляд вологоміру МГ-44

Електронний цифровий вимірювач вологості МГ-44 призначений для вимірювання відносної вологості ґрунту за допомогою чутливого радіочастотного датчика. Визначення вологості проводиться з використанням непрямого методу вимірювання, заснованого на принципі залежності діелектричних властивостей середовища від його вологості. Збільшення діелектричної проникності досліджуваного зразка, за незмінної температури, свідчить про збільшення вмісту води в матеріалі.

Цифровий вимірювач вологості визначає діапазон вимірюваної відносної вологості ґрунту у відсотках, від 1 до 100. При цьому межа основної абсолютної похибки в усьому діапазоні вимірювання вологості становить $\pm 1\%$ (в зазначену похибку включається 90% вимірів). Час робочого режиму та час одиничного вимірювання виставляється у секундах – в обох випадках не більше трьох секунд. Живлення приладу здійснюється від внутрішнього джерела.

Відлік вимірюваної відносної вологості проводиться за допомогою рідкокристалічного індикатору, розташованого на передній панелі індикаторного пристрою.

Для проведення дослідження температура досліджуваного ґрунту має коливатись у межах від мінус 20 до 60°C. При цьому температура навколишнього повітря має бути від мінус 20 до 70°C. Зміна показників приладу від зміни температури навколишнього повітря на кожні 10°C відносно нормальної (20°C) коливається в межах від 1 до 40°C, при цьому не перевищуючи 0,2 значення основної абсолютної похибки.

До складу вологоміра МГ-44 входять датчик, пристрій обробки даних і індикації та сигнальний кабель довжиною 0,7 м. Загальний принцип роботи приладу полягає в тому, що датчик випромінює спрямовану електромагнітну хвилю високої частоти, частина якої поглинається молекулами води під час поширення в речовині, а частина відбивається в напрямку датчика. Визначивши коефіцієнт відбиття хвилі від речовини, який прямо пропорційний вмісту води, на індикатор виводиться значення відносної вологості.

Важливим моментом під час роботи із електронним цифровим вимірювачем вологості МГ-44 є компоновка його вимірювального блоку. На передній панелі приладу знаходяться рідкокристалічний індикатор та кнопки управління мікропроцесором, у верхній частині корпусу знаходиться датчик із герметичним корпусом, а в тильній частині – сигнальний роз'єм.

Під час вимірювання електрод необхідно занурити в ґрунт, увімкнувши прилад кнопкою, яка розташована зліва на корпусі. На дисплеї у першому рядку відобразиться назва продукту першого в списку калібрувань, у другому (ліворуч) – значення вологості у відсотках, праворуч – індикатор заряду батареї. Натиснувши кнопку зі стрілкою «ліворуч», можна перейти до списку калібрувань, що зберігаються у пам'яті приладу. За допомогою опцій «ліворуч» та «праворуч» необхідно обрати потрібний рядок і натиснути «введення». На дисплеї висвітлиться назва продукту та його вологість.

Також у показання приладу можна внести поправку (в межах $\pm 5\%$ з кроком 0,1%) у разі, якщо показання приладу й вологість продукту, отримана лабораторним або термостатно-ваговим методом, не збігаються. Для цього необхідно занурити датчик у ґрунт, вологість якого точно відома, увімкнути

прилад, обрати у списку необхідний рядок, натиснути «введення», а потім утримувати кнопку із зображенням стрілки «вгору» до тих пір, поки на дисплеї у другому рядку між показаннями вологості й символом заряду батареї не з'явиться значення поправки у відсотках. Форма калібрувальної кривої при внесенні поправки не змінюється, відбувається лише паралельний перенос характеристики «вниз» – «вгору» в межах $\pm 5\%$.

Однією з переваг електронного цифрового вимірювача вологості МГ-44 є налаштування його калібрування, оскільки в пам'ять процесора можна самостійно занести і створити будь-яку калібровану криву для будь-якого типу ґрунту. Для цього необхідно одночасно утримувати кнопки «вгору» та «включення» до висвітлення на дисплеї напису – «Enter PIN 0-0-0-0». Далі потрібно здійснити введення коду доступу до калібрування – 2-0-0-3 за допомогою кнопок «ліворуч» та «праворуч» (кожне натискання – збільшення числа на один пункт). Завершується дана операція кнопкою «введення».

Для подальшого дослідження потрібно повністю занурити електрод датчика в ґрунт, вологість якого точно відома, та натиснути кнопку зі стрілками «ліворуч» або «праворуч». У другому рядку символ вологості (H) відобразиться як укладений з двох сторін в трикутні курсори.

Наступним кроком є набір потрібного значення вологості каліброваного зразка, в який вставлений електрод, у рядку H за допомогою стрілок «ліворуч» та «праворуч» і подальше натискання «введення». Після цього одна точка вважається внесеною тому, що в правому верхньому кутку індикатора в рядку E з'являється значення напруги датчика, що фіксується постійною пам'яттю приладу. Мінімальна кількість точок – дві, максимальна – дев'яносто дев'ять. Значення вологості 0,99 і 100 не допускаються. Для фіксації іншої точки необхідно вставити електроди датчика в інший зразок з іншою (відомою) вологістю і повторити процедуру.

Точне калібрування можливе лише в тому випадку, якщо калібрування приладу здійснюється за зразками, вологість яких лежить по краях діапазону, який дослідник обирає пріоритетним. Для ґрунту зазвичай ці значення

коливаються в межах 12-70%. До вводу допускаються тільки цілі числа, тому вологість, отриману повітряно-тепловим методом, необхідно округлити до цілих, і процесор сам побудує калібровану криву і виведе на індикацію десяти.

N-Tester – портативний прилад, який допомагає швидко й легко виміряти рівень вмісту в рослинах азоту в різних сільськогосподарських культурах, для визначення точної потреби культури в цьому найважливішому з елементів живлення для конкретного поля, сівозміни і господарства (рис. 2.6).



Рис. 2.6 Зовнішній вигляд приладу N-Tester

Інтенсивність фізіологічних процесів і стан живлення рослин визначає строки й дози внесення добрив. З N-Tester можливо встановити вимоги рослин до азоту безпосередньо в полі легко, надійно та швидко. Потреба в азотних добривах не буває незмінною і може істотно змінюватися за роками з різними гідротермічними умовами. Розділивши азотне живлення на декілька підживлень, можна домогтися оптимізації режиму азотного живлення залежно від реальних потреб рослин на будь-якому полі у певному році з неповторними погодними умовами. Аналіз рослини за допомогою N-Tester забезпечує

користувачів цінною інформацією про поточний стан живлення рослин. Наприклад, за допомогою такого вимірювання на зернових культурах можна розрахувати оптимальну дозу внесення азотних добрив у другу половину вегетації, особливо, у міжфазний період від подовження стебла до колосіння.

Нами були проведені польові випробування для оцінки ефективності використання N-Tester для уточнення системи азотного живлення, оскільки внесення необхідної кількості азоту допомагає отримати максимальний приріст урожайності та якості зерна. Забезпечення високого вмісту білка в зерні, що відповідає першому й другому класам, може мати значний вплив на прибутковість і рентабельність культури.

N-Tester діє шляхом вимірювання вмісту хлорофілу в листі, яке пов'язане з азотним станом рослин. Точка вимірювання повинна знаходитися у середині пластини першого, повністю розвиненого листка. Тридцять випадкових вимірювань у полі, виконаних з використанням схеми "W", забезпечує точне середнє значення, яке використовується для визначення кількості азоту, необхідного для оптимального живлення рослин. Отримання рекомендації щодо внесення можливо тільки в тому випадку, якщо жоден інший елемент живлення не обмежує ріст рослин. Вимірювання N-Tester суттєво залежать від біологічних особливостей сільськогосподарських культур, а також від стадій їх росту й розвитку. З цієї причини вимірювання приладу повинні бути відкалібровані з урахуванням цих вимірів.

РОЗДІЛ 3

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ ЗА УМОВ ЗМІН КЛІМАТУ

Урожайність сільськогосподарських культур, як один з основних показників продуктивності зрошуваних земель, при проведенні агрономічних досліджень, залежить від багатьох природних (температура й вологість повітря, кількість атмосферних опадів та ін.) та антропогенних (зрошення, добрива, густота стояння рослин, сорти, терміни сівби, норми висіву насіння тощо) чинників. Суттєва проблема виявлення зв'язків між факторами, що вивчаються, у таких дослідженнях обумовлена сукупністю експериментальних даних, які мають багатомірні та взаємопов'язані зв'язки. Крім того, вивчення впливу кожного окремого фактору дослідів ще більше ускладнюється, оскільки він пов'язаний з живими організмами, природно-кліматичними умовами та агротехнічними заходами [1, 196, 296, 317, 338].

З метою отримання достовірної інформації існує необхідність проведення досліджень та встановлення взаємодії факторів з урахуванням зв'язків з іншими супутніми умовами, що найбільшою мірою досягається шляхом закладання багатофакторних польових дослідів [134].

Для здійснення моделювання необхідно підготувати та обробити багаторічні експериментальні дані, тобто узагальнити їх в бази даних. Формування баз даних урожайності та якості сільськогосподарських культур дозволяє проводити моделювання з подальшою оптимізацією технологій вирощування з метою нормування агрономічних ресурсів для їх максимальної окупності приростом урожаю, що в кінцевому результаті підвищує економічні показники та зменшує антропогенний тиск на довкілля [134, 427, 430, 433, 442].

3.1 Гідротермічний потенціал Південного Степу України та вплив змін клімату на продуктивність зрошуваних земель

Умови вологозабезпеченості є найважливішим фактором життєдіяльності сільськогосподарських рослин, а також головним стримуючим фактором отримання високих і стабільних урожаїв. Величини, що входять в комплекс умов вологозабезпеченості, характеризують режим зволоження приземного шару атмосфери і ґрунту. До них відносяться абсолютна і відносна вологість повітря та її дефіцит, різні характеристики режиму атмосферних опадів і вологозапасів ґрунту, комплексні показники умов тепло- та вологозабезпеченості. Ці величини між собою тісно пов'язані, що дозволяє обмежитися розглядом найбільш важливих з них [325].

Серед величин, що характеризують умови атмосферного зволоження, найбільш важливою для рослин є відносна вологість повітря, що характеризує ступінь насичення повітря водяною парою. Вона є важливим показником ступеня «сухості» клімату. Дослідженнями агрометеорологів і біологів встановлено, що оптимальні умови життєдіяльності сільськогосподарських рослин складаються при відносній вологості повітря в посіві 60-80% [273].

В червні, у зв'язку з підвищенням активності зливової діяльності і деяким збільшенням кількості опадів вологість повітря, як правило, зростає, а число сухих днів зменшується на 1-2 дні. Липень і серпень є найбільш сухими місяцями року. Інтенсивне прогрівання повітря і зменшення кількості опадів у районах, віддалених від морських берегів, призводить до зростання числа посушливих днів. Низькі значення спостерігаються при суховіях і пилових бурях.

На просторовий розподіл відносної вологості повітря та опадів у приморських районах і степовому Криму в теплий період року значний вплив здійснюють бризові циркуляції. Під впливом бризів, внаслідок переміщення на сушу прохолодного і зволоженого морського повітря, вологість приземного шару в прибережній смужі в денний час є помітно вищою, ніж у віддалених від

моря пунктах.

Основним джерелом вологозабезпеченості земної поверхні є атмосферні опади, які випадають у крапельно-рідкій або твердій фазі та вимірюються товщиною шару води в міліметрах. Режим опадів характеризують такими величинами і показниками, як вид, кількість та інтенсивність, їх статистичні характеристики, число днів з опадами різної кількості.

З усіх метеорологічних величин кількість опадів – найбільш мінлива в просторі та часі. Характерною особливістю просторового розподілу опадів є велика плямистість їхнього випадання, особливо зливових. Для часової мінливості місячної кількості опадів характерні значні коливання, про що можна судити за їх максимумами і мінімумами.

Важливу роль у агрометеорологічному забезпеченні зрошеного землеробства відіграють імовірнісні характеристики опадів. Таким чином, на основі зіставлення їх оптимумів з реальними значеннями можна отримати рекомендації для оперативного втручання в технологію зрошення і, насамперед, для визначення норм поливу.

Великі труднощі при плануванні режимів зрошення виникають внаслідок мінливості природних опадів. Зрошувальні норми наведені для різних рівнів ймовірності сезонного дефіциту водоспоживання. Останній являє собою різницю між статтями природного водного балансу активного шару ґрунту зрошеного поля, що надійшли та витрачені. Саме різницю між прихідною та витратною частинами водного балансу для підтримання рівня зволоження цього шару в оптимальних межах потрібно компенсувати поливами. Для післяжнивних посівів та овочевих культур рекомендуються передпосівний та передпосадковий поливи, що доводить вологість ґрунту до найменшої вологоємкості.

Нормативи вологозабезпечення призначені для довгострокового планування зрошення –річне планування водозабезпеченості проектування зрошувальних систем не може бути використане для оперативного призначення норм і термінів поливів.

Найважливішими характеристиками умов вологозабезпечення південних областей України є показники інтенсивності та повторюваності посушливих явищ; тривалість і повторюваність бездошових періодів; тривалість, повторюваність і охоплення території посухами; кількість днів та інтенсивність суховіїв та ін.

За бездошовий період приймається такий період, коли протягом десяти і більше днів опадів не було зовсім або їх добова кількість була меншою за 1 мм. За мінімальну кількість опадів, яка перевищує бездошовий період після десяти таких днів, прийнято вважати 5 мм, якщо ці опади випадають протягом 1-5 днів. У степовій зоні України щорічно спостерігаються бездошові періоди, тривалість яких перевищує 1-2 міс. Числа, менші одиниці, показують, що такі періоди бувають не щорічно.

Перші дні бездошових періодів не становлять небезпеки для сільськогосподарських культур. Починаючи з десятого дня, відсутність дощу негативно впливає на стан рослин, особливо в фазі колосіння і цвітіння, коли потреба у волозі найбільша. Дані багаторічних спостережень свідчать про те, що перші дев'ять днів – це час першочергових змін температури і відносної вологості повітря, а стійкий режим цих елементів настає в середньому на десятий день після початку періоду бездошів'я. Це служить основою для того, щоб, починаючи з десятого, наступні дні бездошових періодів вважати посушливими. Отже, число посушливих днів у бездошовому періоді буде на дев'ять меншим від загального числа днів періоду.

Для продуктивності зрошення важливе значення має врахування поточних гідротермічних умов, які складаються для локальних територій неповторним чином для кожного року.

Слід зауважити, що за даними Гідрометцентру України середній обсяг атмосферних опадів у нашій країні становить близько 500 мм на рік, проте внаслідок нерівномірного розподілу їх протягом року та частково континентального клімату, родючі чорноземи та каштанові ґрунти у центральних та, особливо, у південних регіонах країни у період вегетації часто

страждають через значний дефіцит вологи (рис. 3.1).

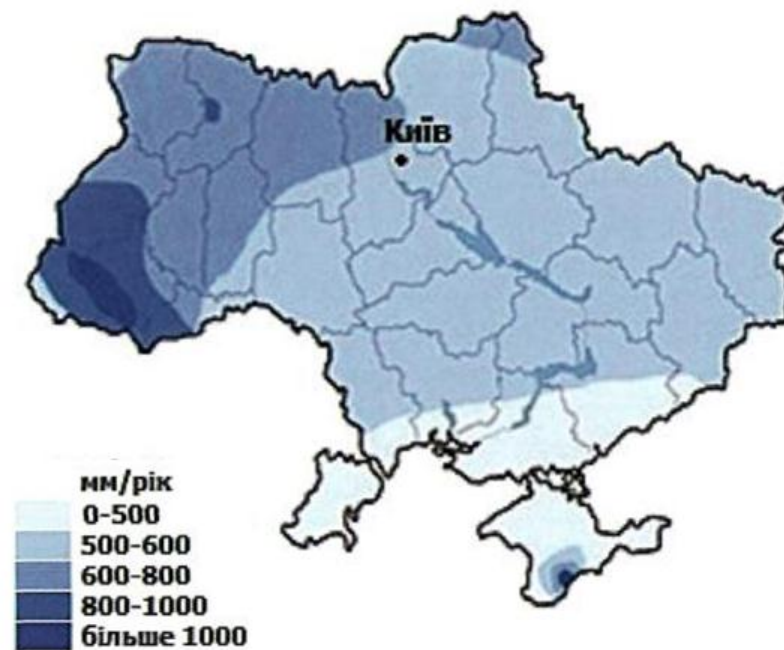


Рис. 3.1 Розподіл атмосферних опадів у різних ґрунтово-кліматичних зонах України [83]

Внаслідок обмеженої кількості та нерівномірного розподілу атмосферних опадів згідно спостережень Гідрометцентру України за період спостережень з 1900 по 2015 рр. у Південному Степу зафіксовано 47 посушливих років, з них 16 – надзвичайно сухих, коли відзначено різке падіння рівнів урожайності сільськогосподарських культур.

Тому ефективно використання зрошуваних земель у Херсонській, Одеській, Запорізькій, Миколаївській та інших областях забезпечуватиме стійке виробництво сільськогосподарської продукції, яка є основним гарантом продовольчої безпеки країни.

Продуктивність зрошення в посушливих умовах Південного Степу України великою мірою залежить від метеорологічних умов, а особливо – від кількості атмосферних опадів за рік та за теплий період (з квітня по вересень місяці). Згідно узагальнення багаторічних даних агрометеорологічної станції Херсон за період з 1882 по 2016 роки встановлена загальна тенденція до поступового підвищення річної кількості опадів (рис. 3.2).

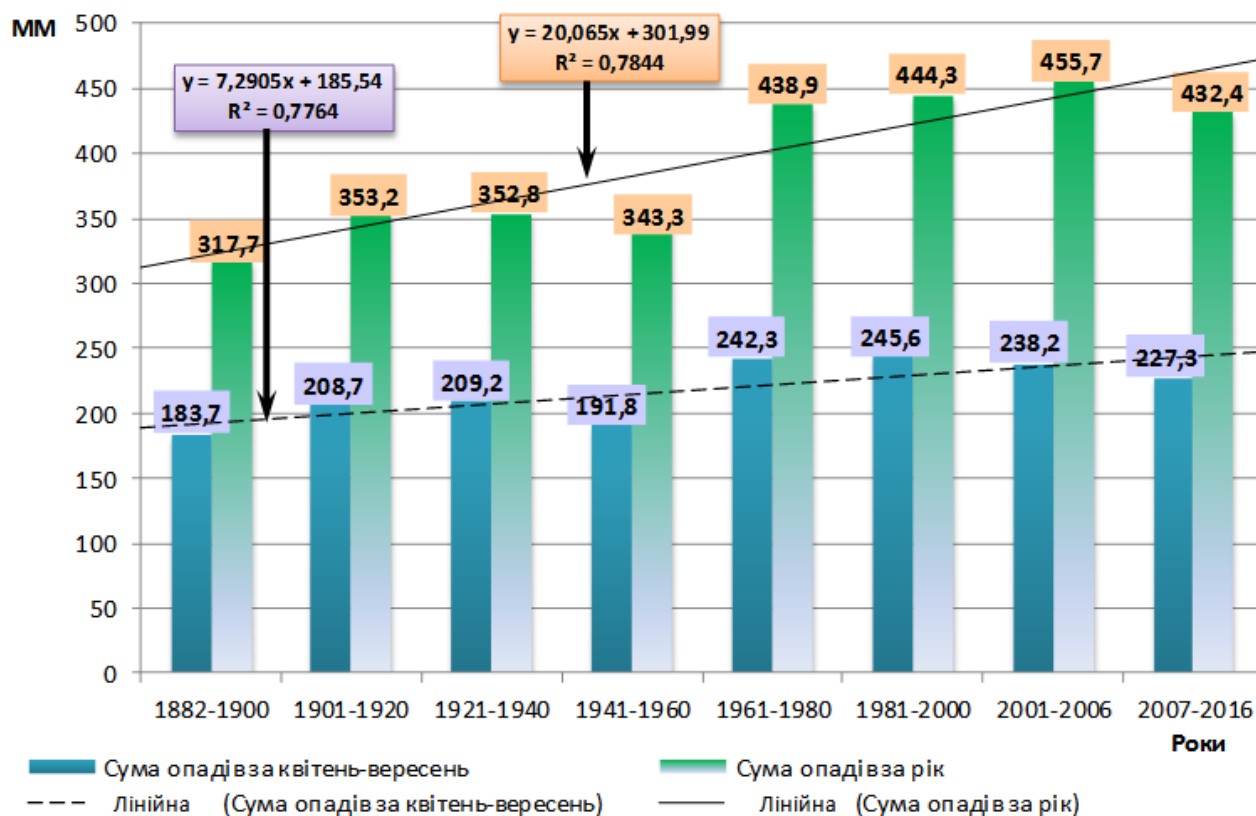


Рис. 3.2 Динаміка кількості атмосферних опадів у середньому за рік та за період «квітень – вересень» за даними агрометеорологічної станції Херсон за умовними багаторічними періодами з 1882 по 2016 рр., мм

Слід зауважити, що в середньому за період «квітень - вересень» тенденція до зростання досліджуваного показника була менш вагомою – відзначено підвищення на 22,8-43,9%. Це також підтверджено кореляційно-регресійним аналізом, за допомогою якого встановлено лінійні рівняння динаміки кількості атмосферних опадів.

Варіаційним аналізом доведено, що в усі роки досліджуваного періоду (2005-2016 рр.) коефіцієнт варіації має дуже великі значення, що свідчить про істотну нерівномірність надходження опадів протягом найбільш важливого для вологозабезпечення рослин періоду з початку травня до кінця вересня (рис. 3.3).

Встановлено, що спостерігається стала тенденція підвищення кількості атмосферних опадів за досліджуваній період з підвищенням коефіцієнту варіації до 193-220% у 2012, 2015 і 2016 роках. Найменша мінливість ($V = 137-142\%$) зафіксована у 2010 і 2007 роках.

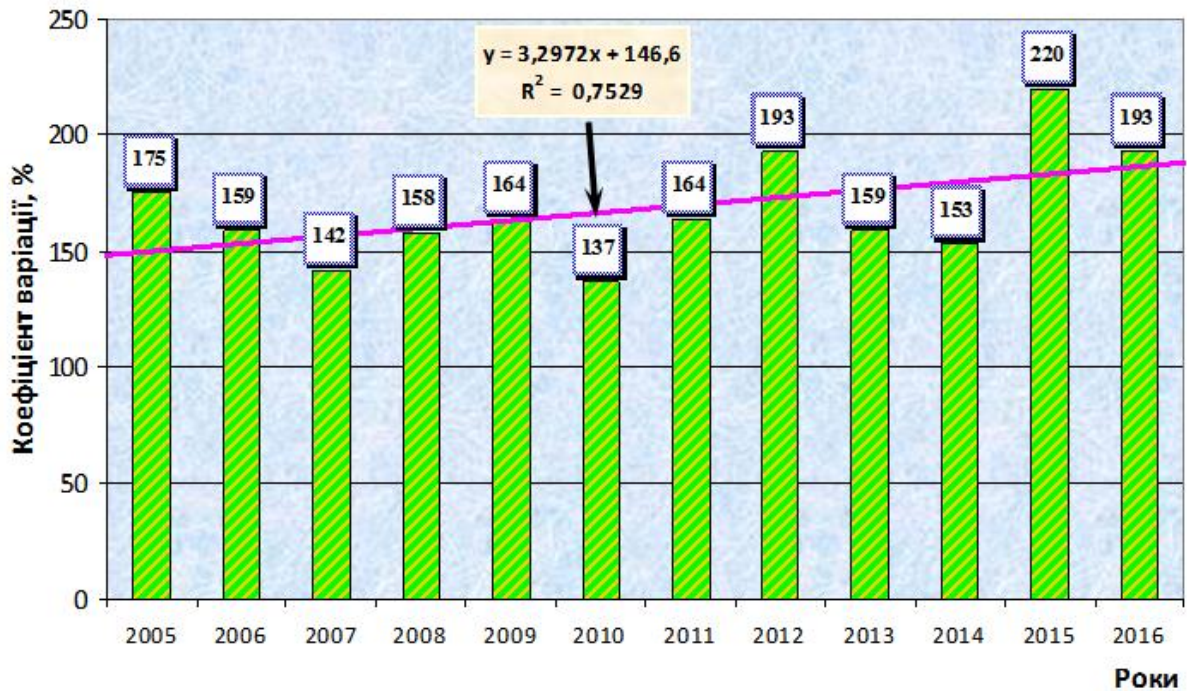


Рис. 3.3 Динаміка коефіцієнту варіації кількості атмосферних опадів за декадами умовного періоду «квітень – вересень» за даними Агрометеорологічної станції Херсон за роки проведення досліджень (2005-2016 рр.), %

Лінія тренду віддзеркалює загальну спрямованість щодо зростання нерівномірності надходження атмосферних опадів. Така тенденція обумовлює необхідність оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур для покращення акумулювання природної вологи під час випадання зливових опадів, подолання її дефіциту у тривалі бездошові періоди за рахунок зрошення, нормування витрат ресурсів за рахунок формування науково обґрунтованих сівозмін, диференційованої системи обробітку ґрунту та удобрення, впровадження інтегрованої системи захисту рослин.

Висока температура і низька вологість повітря обумовлюють інтенсивне випаровування з поверхні ґрунту та транспірацію. Випаровування з добре обробленого чорного пару (квітень-вересень) складає 200-220 мм, тобто воно дорівнює або, навіть, дещо перевищує кількість опадів, що випадає за цей період. Максимально можливе випаровування при безперервному доступі води до поверхні за теплий період року (квітень-жовтень) складає 900-1100 мм, що в 3,0-3,5 рази перевищує річну суму опадів.

Розповсюдженим явищем для багатьох районів Південного Степу є посуха, яка обумовлена тривалими бездошовими періодами на фоні істотного зниженням відносної вологості й підвищення температури повітря. На території півдня України є регіони нестійкого зволоження з річною кількістю опадів 250-350 мм при сумарному випаровуванні більше 700-1000 мм. При цьому виникає гострий дефіцит вологозабезпечення, знижується врожайність сільськогосподарських культур, погіршується якість рослинницької продукції.

Суховії спостерігаються щорічно. В Україні виділяється два осередки з підвищеною повторюваністю суховіїв, центр одного з них розташований в районі Нижні Сірогози – Асканія-Нова. На основній частині території області відносна вологість повітря протягом 40-60 днів, частіше всього в денні години, знижується до 30% і менше. При сильних суховіях вологість повітря падає до 10-15%, а в деяких випадках і нижче. Ймовірність інтенсивних суховіїв у травні-серпні – 80-100%, а дуже сильні суховії спостерігаються через 40-60 років. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) – відношення кількості опадів, що випали, до випаровування за вегетаційний період – дорівнює 0,6-0,7, тоді як в зоні достатнього зволоження – 1,0, а в зоні напівпустелі – 0,5.

Висока температура і низька вологість повітря обумовлюють інтенсивне випаровування з поверхні ґрунту і транспірацію.

Випаровування з добре оброблених ґрунтів за період з квітня по вересень місяці складає 200-220 мм, тобто воно дорівнює або навіть дещо перевищує кількість опадів, що випали за цей період. Випаровуваність – максимально можливе випаровування при безперервному доступі води до поверхні випаровування – за теплий період року (квітень-жовтень) складає 900-1100 мм, що в 3-3,5 рази перевищує річну суму опадів. Добові величини випаровуваності нерідко досягають 8-10 мм або 80-100 м³/га, а максимум випаровуваності за добу – 14-15 мм. Сумарне випаровування із зрошуваного поля в перші дні після поливу наближається до випаровуваності, а в періоди максимального споживання рослинами води – дорівнює їй.

Протягом року буває 15-20 днів з сильними вітрами, швидкість яких

становить понад 14 м/с, в приморських районах таких днів значно більше – від 20 до 40. Максимальна швидкість вітру може досягати 35-40 м/с. Сильні вітри завдають збитку сільськогосподарському виробництву і спричиняють пилові бурі та дефляцію ґрунтів. Вони виникають частіше за все під час посушливої погоди, коли ґрунт не покритий рослинністю (березень-квітень).

Херсонська область розташована в зоні неповного весняного промочування. Максимальні запаси продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту спостерігаються весною і зазвичай в метровому шарі складають 90-110 мм. У посушливі роки запаси складають всього 50-70 мм, а глибина промочування – 40-60 сантиметрів. У більш вологі роки глибина промочування перевищує 150-170 см, а вологість ґрунту в метровому шарі досягає найменшої вологості (НВ).

Показники метеорологічних елементів на території області помітно змінюються в напрямку з півночі на південь і з заходу на схід. Особливі умови складаються в прибережних районах Чорного і Азовського морів.

За агрометеорологічними показниками територія області може бути розділена на шість агрокліматичних районів (табл. 3.1).

Для формування повноцінного врожаю сільськогосподарських культур важливим чинником є рівномірність розподілу атмосферних опадів, особливо в період активного росту й розвитку рослин, тобто в так званій «критичний період». При вирощуванні озимих культур у багатьох регіонах максимальний позитивний ефект мають атмосферні опади в травні і червні, проте саме ці місяці часто бувають посушливими. Найбільшої шкоди посуха завдає у весняний і літній час, коли відбувається формування генеративних органів рослин.

Аналіз зміни середньодобової температури повітря впродовж вегетаційного періоду (квітень – вересень) сільськогосподарських культур у Херсонській області, проведений за період 1945-2013 рр., свідчить, що істотне підвищення середньої місячної температури повітря почало відбуватися з 1989-2010 рр. Якщо середня температура повітря впродовж вегетаційного періоду

1945-1966 рр. і 1967-1988 рр. становила 17,4-17,9°C, то за період 1989-2010 рр. цей показник підвищився до 18,3°C, або на 0,4-0,9°C, що свідчить про початок прояву антропогенних чинників, спричинених зміною метеорологічних умов у зоні Південного Степу. Упродовж 2011-2013 рр. гідротермічні умови відзначалися істотним підвищенням середньомісячної температури повітря і недостатньою кількістю атмосферних опадів, що в середньому за вегетаційний період (квітень-вересень) становила 175,7 мм, у тому числі: у 2011 р. – 186,2 мм, 2012 р. – 186,6 і 2013 р. – 154,2 мм.

Таблиця 3.1

**Основні метеорологічні показники агрокліматичних районів
Херсонської області [5]**

Райони	Середньо-річна температура повітря, °С	Тривалість		Сума середньодобових температур за період з температурою вище 10°C	Річна сума опадів, мм	Число днів з відносною вологістю повітря 30%
		вегетаційного періоду	без-морозного періоду			
Північно-західний	9,0- 9,4	210-220	165-175	3200-3300	440-470	40-50
Східний	9,2- 9,6	210-220	170-180	3200-3300	400-440	50-60
Південно-східний	9,6-10,0	220-230	170-180	3300-3400	380-400	50-60
Південний	10,0-10,4	225-235	180-190	3400-3500	370-390	30-40
Центральний	9,6-10,0	220-230	175-185	3300-3400	360-370	40-50
Приморський	10,0-10,4	225-235	20-220	3300-3500	350-360	10-20

Особливо інтенсивне підвищення середньомісячної температури повітря спостерігалось у посушливому (95%) за забезпеченістю опадами 2012 р., що, порівняно з середньою багаторічною (1945-1966 рр.), була вищою на 3,2°C і на 2,8°C – порівняно із середніми показниками за 1989-2010 рр. Середньомісячна температура повітря у 2012 р., порівняно з середньою багаторічною (1945–1966 рр.), була вищою на 3,2°C, при цьому підвищення середньомісячної температури повітря у 2012 р. відбувалося навесні, влітку і восени.

Порівняно з періодом 1945-1966 рр. у весняні місяці (березень-травень)

2012 р. температура повітря була вищою на $3,2^{\circ}\text{C}$, або на 35,2%, відповідно у літні (червень-серпень) – на $2,6^{\circ}\text{C}$, тобто на 11,9%, і осінні (вересень – листопад) – на $3,3^{\circ}\text{C}$, або 32,3%.

Одночасно з підвищенням температури повітря у літній період року істотно зростала і тривалість літньої спеки з температурою повітря понад $25,0$ – $30,0^{\circ}\text{C}$. За таких гідротермічних умов у 2012 р. у зоні Південного Степу спостерігався одночасно прояв ґрунтової і повітряної посух, що спричинило зниження врожайності всіх сільськогосподарських культур.

Коефіцієнт зволоження, як відношення суми атмосферних опадів до випаровуваності в середньому за 65 років (1945-2010 рр.) спостережень двох метеорологічних станцій у квітні не перевищував 0,43, травні – 0,39, червні – 0,37, липні – 0,26, серпні – 0,43 і вересні – 0,29-0,37, що свідчить про посушливий клімат зони Південного Степу.

Зростання коефіцієнта зволоження у серпні 2012 р. до 0,43 зумовлено випадінням у цьому місяці 79,2 мм атмосферних опадів. Вирішальним чинником в умовах природного зволоження (без зрошення) у 2012 р. виявилася недостатня кількість атмосферних опадів, вірогідність прояву яких останніми роками значно зростає (5%). Так, коефіцієнт зволоження в середньому за вегетаційний період не перевищував 0,21-0,32, у т.ч. у квітні – 0,07, травні – 0,28, червні – 0,11, липні – 0,17, серпні – 0,43 і вересні – 0,01, тобто останніми роками у літні місяці Херсонська область, як і зона Південного Степу загалом, згідно з прийнятою в кліматології класифікацією відносилася до напівпустелі й пустелі.

Відмінною особливістю посух упродовж останніх років також стало те, що ними охоплено величезну територію зони Південного Степу, у т.ч. Одеської, Миколаївської та Запорізької областей, а також степову частину АР Крим. Так, посухи спричиняли негативний вплив на значних територіях і більшості областей зони Лісостепу, що раніше відносилися до зони задовільного зволоження. За таких погодних умов у 2011–2013 рр. в Херсонській області спостерігався одночасний прояв ґрунтової і повітряної

посух, що призводило до істотного зниження урожайності пшениці озимої.

Найважливішою умовою подальшого підвищення продуктивності зрошення є правильна оцінка й дослідження природних ресурсів регіону, засновані на глибокому аналізі залежності врожайності сільськогосподарських культур від ґрунтово-кліматичних особливостей.

Постійно зростаюча потреба обліку ґрунтово-кліматичних факторів обумовлена посиленням їхнього впливу на кінцевий результат. Співставлення даних реального рівня агрокліматичних ресурсів з потребами рослин дозволяє з досить високою точністю встановити фактори, що лімітують одержання високих урожаїв.

Україна знаходиться в кліматичній зоні нестійкого і недостатнього природного зволоження земель, яке є одним із складових, що обумовлює формування врожайності сільськогосподарських культур при такому природному стані. Необхідність застосування штучного зволоження в Україні є різною як по території, так і за роками та коливається в межах 30-80% від загальної потреби в зволоженні сільськогосподарських культур (табл. 3.2).

Як свідчить аналіз одержаних даних діапазон коливань змін гідротермічних умов безпосередньо відображається на складових елементах режимів зрошення, зокрема, величині зрошувальних норм, кількості поливів, тривалості поливних періодів, а також варіації сезонної тривалості поливного періоду.

Слід зауважити, що визначальними чинниками продуктивності зрошення є співвідношення температури повітря та кількості опадів за вегетаційний період сільськогосподарських культур за квітень-вересень, які необхідно враховувати як за багаторічний термін, так і за конкретними календарними датами і локальним розподілом по території певного господарства, сівозміни і, навіть, конкретного поля.

При такій систематичній зміні стану природного зволоження сільськогосподарських культур встановити дійсну потребу в поливній воді й організувати раціональне її використання (нормоване водокористування)

можливо лише тоді, якщо проводити протягом поливного сезону оперативний короткотерміновий розрахунок (визначення) норм і строків вегетаційних поливів, відповідно яким необхідно здійснювати зрошення.

Таблиця 3.2

Діапазон коливань зрошувальних норм, кількості поливів та тривалості поливного періоду при біологічно оптимальному режимі зрошення для різних кліматичних зон України [295]

Зона	Культура	Зрошувальна норма, мм	Кількість поливів	Варіація тривалості поливного періоду, в днях
Південний Степ (Херсонська, Миколаївська, Одеська, Запорізька області, АР Крим) Σр = 100-500 мм	Пшениця озима	120-290*	1-5	20-80
	Ячмінь ярий	40-200	1-4	20-70
	Кукурудза на зерно	110-370	2-7	40-100
	Картопля рання	0-200	0-5	0-80
	Помідор	130-420	3-10	50-100
	Буряки цукрові та кормові	150-450	3-8	70-120
	Кукурудза на силос, з/к	70-320	1-6	40-100
	Багаторічні трави 2-го року	120-530*	2-9	80-170
	Соя	120-350	2-7	40-100
Північний Степ (Луганська, Донецька, Дніпропетровська, Кіровоградська, південь Харківської області) Σр = 130-650 мм	Кукурудза	110-270	2-5	50-90
	Пшениця озима	100-270*	1-5	20-80
	Ячмінь ярий	0-180	0-4	0-70
	Кукурудза на зерно	50-330	1-6	20-100
	Картопля рання	0-19	0-5	0-80
	Помідор	90-390	2-9	30-90
	Кормові буряки	100-430	2-8	50-110
	Кукурудза на силос	0-300	0-6	0-90
Багаторічні трави 2-го року	70-490*	1-8	60-160	
Лісостеп (Вінницька, Черкаська, Полтавська, північ Харківської, південь Сумської і Київської області) Σр = 150-700 мм	Пшениця озима	0-220	0-4	0-80
	Ячмінь ярий	0-150	0-4	0-70
	Кукурудза на зерно	0-260	0-5	0-100
	Картопля	0-170	0-4	0-70
	Помідор	0-330	0-8	0-90
	Буряки цукрові та кормові	0-350	0-6	20-100
	Кукурудза на силос, з/к	0-240	0-5	0-90
	Багаторічні трави 2-го року	50-420	1-7	20-140
Соняшник	0-210	0-4	0-100	

Примітки: * – з урахуванням вологозарядкового поливу; Σр – сума опадів за квітень-вересень

В інтенсивних системах зрошеного землеробства такі фактори, як тепло, світло, волога, поживні речовини використовуються з більшим коефіцієнтом корисної дії. За недостатнього рівня агротехніки ґрунтово-

кліматичні ресурси витрачаються більшою мірою не на акумулювання біологічної маси, а на фізіологічні процеси, що призводить до втрат накопиченої органічної речовини.

Для раціонального дослідження ґрунтово-кліматичних ресурсів необхідне більш точне визначення для кожної культури першочергових біокліматичних констант.

Біокліматична класифікація рослин дозволяє правильно оцінити потенційні кліматичні можливості регіону. А це, у свою чергу, відкриває можливості для розробки раціональних сівозмін, добору таких культур, гібридів, сортів, які забезпечать максимальне використання всього вегетаційного періоду, створення високого фотосинтетичного потенціалу посіву й найбільший вихід продукції з одиниці площі.

До основних і найважливіших біокліматичних характеристик рослин відносяться тривалість вегетації, вимоги до термічних факторів, ступінь корисного використання води, особливості фотоперіодичної реакції, які за методичними розробками [3, 101, 143] коливаються в широких межах (додаток В.1).

На біокліматичні параметри рослин впливає не тільки варіювання гідротермічних умов, а й сортовий склад. Генетичні властивості певного сорту (гібриду) мають велике значення тому, що міжсортіві відмінності можуть бути достатньо великими, а вибір сорту часто відіграє вирішальну роль у визначенні можливостей вирощування тієї або іншої культури чи групи культур на локальних територіях з наявною кількістю опадів і забезпеченням сумою температур.

Вченими-кліматологами доведено, що протягом останніх років в усьому світі відбуваються кліматичні зміни, які безпосередньо впливають на продуктивність сільського господарства, в тому числі, на зрошуване землеробство. Враховуючи, що глобальні кліматичні умови є нестійкими й мінливими, проте з початку 80 років ХХ століття диференціація метеорологічних параметрів почала проявлятися більш істотно як на

глобальному рівні, так і на рівні окремих локальних екосистем. Так, за останні 25 років середня добова температура повітря в Україні зросла приблизно на $1,5^{\circ}\text{C}$, що свідчить про суттєве зростання температурного режиму та помітні кліматичні зміни. Особливо такі зміни почали проявлятися взимку, у січні й лютому, оскільки середня температура у ці місяці зросла на $2,3-2,5^{\circ}\text{C}$. Слід зауважити, що у липні та серпні зростання температури становить $1,5-1,8^{\circ}\text{C}$, що також є досить високим показником, водночас у перехідні сезони кліматичні зміни проходять не так помітно.

Враховуючи вищезазначені тенденції та закономірності можна стверджувати, що клімат в Україні наближається до сухих субтропіків. Починаючи з літа 2012 року, практично в усіх ґрунтово-кліматичних зонах спостерігаються спекотливі роки з недостатньою кількістю або повною відсутністю атмосферних опадів. За даними вітчизняної Центральної геофізичної обсерваторії встановлено, що протягом останніх 20-ти років на території України продовжується підвищення температури. Наприклад, за цей час середньорічна температура в Києві підвищилася на 2°C . Максимальне потепління припадає на зимовий період, за рахунок чого істотно підвищується середня температура за рік.

Всесвітня метеорологічна організація кожні чотири роки публікує результати аналітичних досліджень оцінки змін клімату, які відбуваються в світі. На основі даних, наданих понад 10 тисячами експертів з практично всіх країн світу, побудовані математичні моделі сценаріїв зміни клімату. За жорсткими прогнозами, враховуючи ті темпи потепління, які існують зараз, середня річна температура в північній півкулі може підвищитися на 5°C за 100 років (рис. 3.4).

У результаті вивчення матеріалів метеорологічних спостережень, що проведені на різних континентах Землі, встановлено, що клімат планети постійно змінюється під впливом космічних та антропогенних чинників як у напрямку похолодання, так і потепління. Разом з цими чинниками на глобальні кліматичні умови чинить істотний вплив господарська діяльність людини. За

останні 10 тис. років сільськогосподарська діяльність обумовила різке скорочення площ лісів, що також приводило до змін клімату та має безпосередній вплив на сільське господарство, в тому числі на продуктивність зрошення в аридних регіонах.

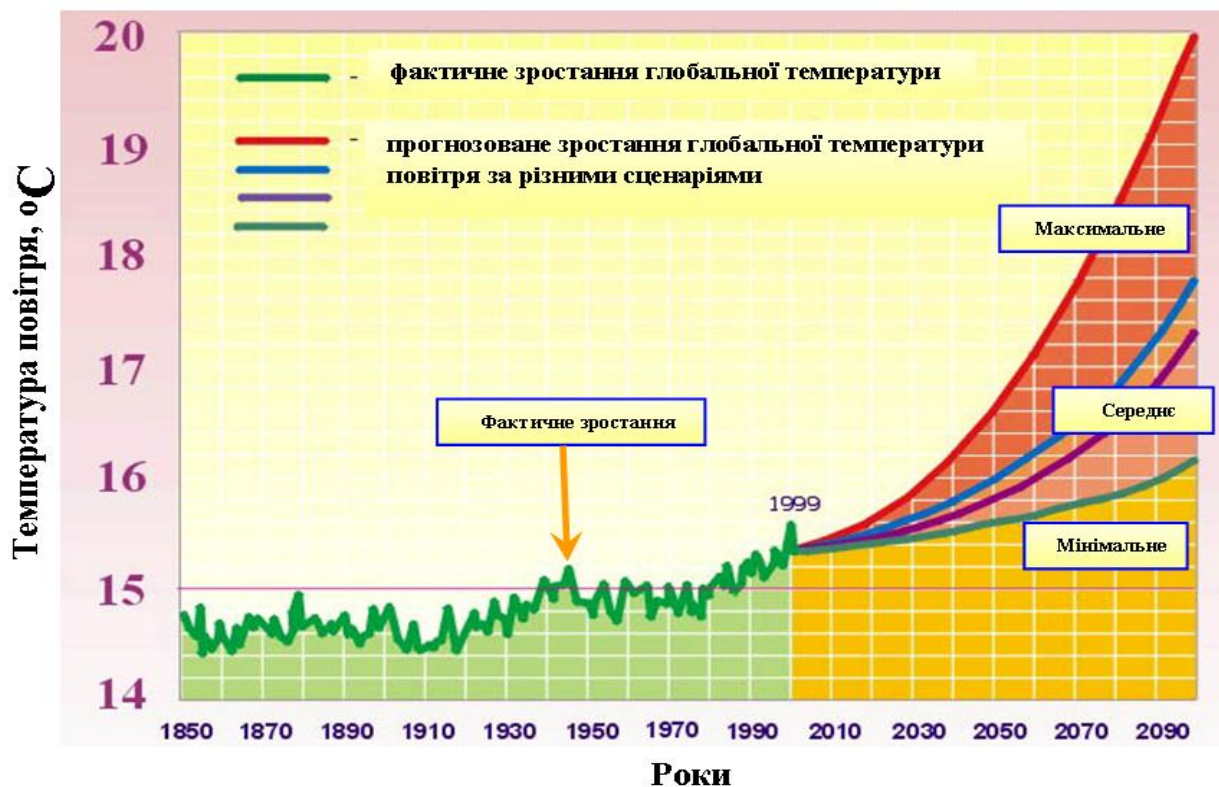


Рис. 3.4 Фактичний та прогнозований температурний режим на Землі за період з 1850 по 2090 роки (за даними Всесвітньої метеорологічної організації) [83]

Існуючі моделі глобальної зміни клімату свідчать, що глобальне зростання середньорічної температури можливо за чотирма сценаріями. До негативних змін клімату на найближчу перспективу можна віднести підвищення температур повітря, посилення дії посух, скорочення сніжного покриву, збільшення потужності паводків і повеней на річках, порушення рівномірності надходження атмосферних опадів, зростання ерозії ґрунтів тощо. За таких умов ефективність зрошення зростатиме, проте якщо воно буде використано з науковим обґрунтуванням, гнучкими підходами до локальних природних та агротехнічних чинників.

У природно-кліматичному відношенні Південний Степ України характеризується високим забезпеченням тепловими ресурсами, на фоні якого протягом останніх років відбуваються кліматичні зміни, що здебільшого прирівнюються до явищ глобального потепління (рис. 3.5).

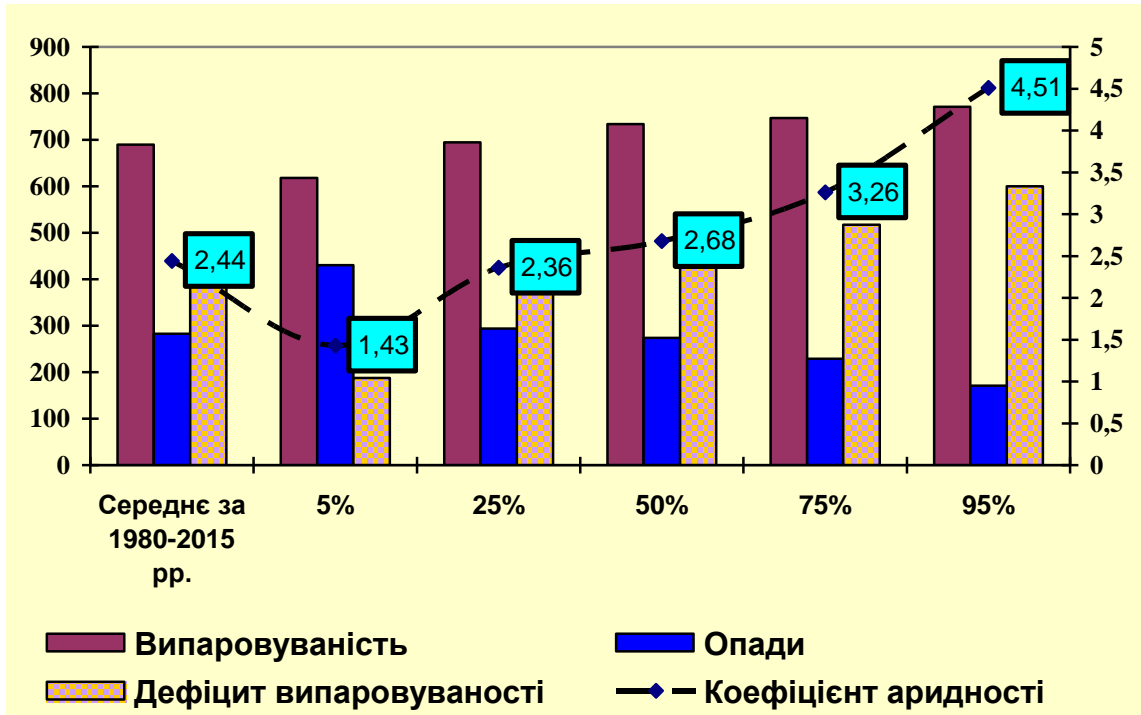


Рис. 3.5 Елементи водного балансу та коефіцієнт аридності залежно від року забезпеченості опадами (за даними агрометеорологічної станції Херсон) [83]

Так, за останні десятиліття середньорічна температура повітря зросла на $1,9^{\circ}\text{C}$, а в літні місяці на $3,6-3,9^{\circ}\text{C}$, досягаючи в липні максимального середньодобового показника $24,6^{\circ}\text{C}$. Крім того, за останні 35 років спостерігається зниження кількості опадів та порушення рівномірного їх надходження протягом вегетаційного періоду, що призвело до зменшення коефіцієнту аридності до 1,43-2,36 у сухі та середньосухі роки.

Крім того, сценарії підвищення температури базуються на фактичних змінах клімату, в них враховується збільшення концентрації парникових газів у складі атмосфери. Саме фактор парникового ефекту вважається основним чинником глобального потепління клімату. Найбільш жорсткі сценарії передбачають підвищення за цей період вмісту вуглекислого газу в атмосфері в

два або більше разів. Якщо брати останній 30-річний період, то в Україні значно потепліла зима, січень у теперішній час тепліший, у середньому, на 2,5°C, лютий – на 2°, грудень – залишився без змін.

Найбільш різке підвищення температури спостерігається в північній частині країни (Київська, Сумська, Житомирська області), яка завжди позиціонувалася як територія помірного зволоження, зараз вона перетворюється майже в степову зону, що поширюється практично до Чернігівської області. У теперішній час відзначено слабкий рівень потепління в західній частині України, проте, на думку фахівців, незабаром і у цих регіонах відбудеться підвищення температури повітря.

Також деякі вчені зауважують на позитивний вплив глобального потепління на сільське господарство, зокрема на землеробську галузь – покращення умов перезимівлі озимих культур, збільшення температурного режиму дозволяє одержувати більш високі врожаї, є можливість вирощування в сівозмінах 2-3 врожаїв за рік, прискорюється дозрівання овочевих, баштанних та інших культур, які можна реалізовувати за більш високими цінами тощо.

Слід зауважити, що від глобального потепління є низка негативних чинників. Так, потепління може призвести до зростання шкодочинності термічних стресів, зниження продуктивності рослин внаслідок низької вологості повітря й суховіїв, збільшення генерацій збудників багатьох хвороб та ін. Внаслідок впливу цих чинників сільському господарству доведеться пристосовуватися більше, ніж іншим галузям. На півдні країни необхідно відновлювати та розширювати штучне зволоження, оскільки в Україні достатньо водних ресурсів для забезпечення зрошення. В північних і центральних регіонах України слід переглядати набір сільськогосподарських культур та висівати посухостійкі культури, які характерні для Південного Степу або теж організувати зрошення.

Прогнозується, що до 2030 року обсяги викидів основних парникових газів без додаткових зусиль збільшаться на 25-90% порівняно з показниками

2000 року. При використанні правильної стратегії можна уповільнити та стабілізувати підвищення кількості викидів парникових газів до атмосфери. До цього часу розвинуті країни оприлюднили свої цільові показники зниження викидів до 2020 р., проте більшість з цих значень далеко відстають від позначеного МГЕЗК діапазону, який встановив зниження у 2020 р. об'єму викидів на 25-40% нижче рівня 1990 р. Це необхідно для обмеження підвищення температури до 2°C.

Згідно сформованих моделей встановлено, що кліматичні зміни відбуваються швидше, ніж передбачалося. Вже до 2050 року прогнозується підвищення середньорічної температури Землі на 2 градуси Цельсієм. З 1990 р. природні катаклізми (повені, посухи, шторми, лісові пожежі) почали відбуватися майже у два рази частіше, що пов'язано зі змінами клімату. Також проявляються негативні тенденції посушливості клімату, які в різних ґрунтово-кліматичних зонах викликають зниження врожайності сільськогосподарських культур. Тому існує необхідність у розробці адаптивних заходів щодо пристосування землеробства й рослинництва до таких кліматичних змін, а також науково-обґрунтованого застосування зрошення у регіонах з високим температурним режимом та дефіцитом атмосферних опадів.

Умови природного вологозабезпечення є одним з найважливіших факторів існування рослин. Для моделювання було використано основні метеорологічні показники, які відображають режим зволоження приземного шару атмосфери і ґрунту. До них відносяться: мінімальна та максимальна температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість вітру, інтенсивність сонячної радіації та опади. На основі узагальнення цих даних з використанням інструментарію програмного комплексу CropWat нами були проаналізовані основні метеорологічні показники, які отримали з архівних баз даних метеостанції Херсон, за період з січня по грудень місяці в роки проведення досліджень – 2005-2016 рр. Встановлено динаміку формування найголовніших з точки зору впливу на інтенсивність ростових процесів та врожайність сільськогосподарських культур показників: мінімальна та

максимальна температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість вітру та інтенсивність інсоляції. За допомогою математичного моделювання одержано показники надходження сонячної радіації у МДж/м² за добу шляхом пропорційного врахування параметрів загальної хмарності та температурного режиму, а також середньодобове випаровування (евапотранспірація) – за методом Пенмана-Монтейта – в мм за добу.

Аналізом одержаних даних метеорологічних показників, гідротермічного коефіцієнту, сонячної радіації та евапотранспірації за умовний вегетаційний період з квітня по вересень місяці, доведено, що вони характеризувалися певними відмінностями в окремі роки. Найбільшим коливанням підпорядковані атмосферні опади, якщо у 2007 році їх випало 144 мм то у 2015 у два рази більше – з коефіцієнтом варіації за 12 річний період 25,4% (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Динаміка метеорологічних показників, сонячної радіації та евапотранспірації за період з квітня по вересень місяці у роки проведення досліджень [18]

Показники	Роки												Серед- не	Коефі- цієнт варіації, %
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Кількість опадів, мм	217	182	144	274	206	286	186	187	183	215	315	278	223	25,4
Сума температур повітря понад 10° С	3496	3283	3482	3286	3353	3539	3327	3858	3534	3570	3476	3574	3482	4,6
ГТК	0,62	0,55	0,41	0,83	0,61	0,81	0,56	0,48	0,52	0,60	0,91	0,78	0,64	26,3
Відносна вологість повітря, %	63,7	64,3	59,4	67,0	59,5	65,8	62,6	60,1	61,7	60,0	65,1	66,0	62,9	4,4
Швидкість вітру, м/с	2,4	2,4	2,5	2,5	2,4	1,9	2,3	2,5	2,3	2,4	2,7	2,3	2,4	8,0
Надходження сонячної енергії, МДж/м ² за добу	17,7	18,4	19,4	19,5	18,9	18,8	19,1	19,4	18,2	17,0	19,0	18,5	18,7	4,0
Евапотранспірація, мм/га	3,8	4,0	4,5	3,9	4,3	4,0	4,1	4,2	4,3	5,1	4,6	4,5	4,3	8,5

Гідротермічний коефіцієнт Селянинова, який відображає природну вологозабезпеченість території коливався від 0,41 у 2007 році до 0,91 у 2015

році з коефіцієнтом варіації за досліджуваний період – 26,3%.

Надходження сонячної енергії, відносна вологість повітря та сума температур повітря понад 10°C мали рівень мінливості від 4,0 до 8,5%.

Також згідно варіаційного аналізу показники кількості атмосферних опадів характеризувалися найбільшою мінливістю, а коефіцієнт варіації становив 25,4%.

Цікаві результати відобразив лінійний кореляційно-регресійний аналіз досліджуваних показників (рис. 3.6).

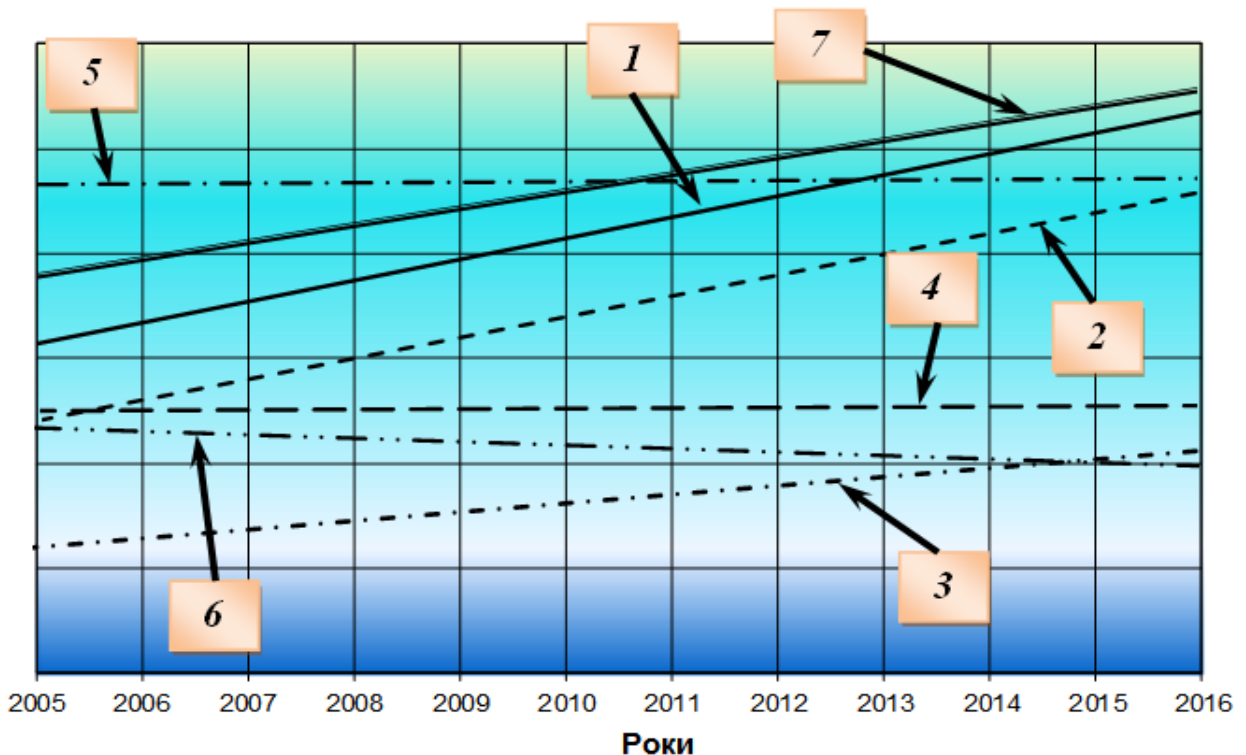


Рис. 3.6 Графічне відображення результатів кореляційно-регресійного аналізу метеорологічних показників, сонячної радіації та евапотранспірації за період з квітня по вересень місяці у роки проведення досліджень:

за період з квітня по вересень місяці у роки проведення досліджень:

1 – кількість опадів, мм ($y = 10,077x - 19947$; $R^2 = 0,7821$);

2 – сума температур повітря понад 10°, °C ($y = 20,119x - 36968$; $R^2 = 0,7549$);

3 – гідротермічний коефіцієнт ($y = 0,0235x - 46,269$; $R^2 = 0,9104$);

4 – відносна вологість повітря, % ($y = 0,0308x - 1,0718$; $R^2 = 0,6816$);

5 – швидкість вітру, м/с ($y = 0,00,21x - 1,8345$; $R^2 = 0,7212$);

6 – надходження сонячної енергії, МДж/м² за добу ($y = -0,0255x + 69,975$; $R^2 = 0,7151$);

7 – евапотранспірація, мм/доба ($y = 0,0668x - 129,99$; $R^2 = 0,9421$)

Сформовані лінії тренду свідчать про високий рівень наростання за досліджуваний період кількості опадів (позначка 1), сум температур повітря понад 10°C (2) та евапотранспірації (7). Відносна вологість повітря (4) та

швидкість вітру (5) характеризувалися практично повною стабільністю протягом 2005-2016 років, а надходження сонячної енергії на 1 м² (6) – проявило тенденцію до зниження. Слід зауважити, що незважаючи на зростаючу кількість опадів за лінією тренду, рівномірність їх надходження протягом вегетаційного періоду сільськогосподарських культур, причому в останні 5-7 років істотно зросла непродуктивна кількість опадів.

Розробки Інституту зрошуваного землеробства НААН складають науково-технічну базу ведення землеробства на зрошуваних землях у південному регіоні. У сівозмінах з короткою ротацією широкого поширення в регіоні набула розроблена система ґрунтозахисного енергозберігаючого обробітку ґрунту, яка забезпечує економію паливно-мастильних матеріалів (на 20%), із зниженням енергоємності процесу (на 40%). Також доведена науково обґрунтована структура посівних площ на зрошуваних землях для сільськогосподарських підприємств різної спеціалізації (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Науково обґрунтована структура посівних площ на зрошуваних землях для сільськогосподарських підприємств різної спеціалізації, % (за даними Інституту зрошуваного землеробства НААН) [190]

Культури	Великотоварні господарства, які мають тваринництво	Господарства з виробництва зерна і технічних культур	Господарства овочевого напрямку	
			звичайне зрошення	краплинне зрошення
Зернові – всього	40-45	50-60	20-25	-
у т.ч. пшениця озима	18-20	20-25	20-25	-
кукурудза	18-20	20-25	-	-
Технічні - всього	5-10	30-35	-	-
у т.ч. соя	5-10	20-25	-	-
ріпак	-	до 5	-	-
соняшник	-	до 5	-	-
Овочі та картопля, всього	-	-	50-60	80
Кормові - всього	40-45	10-20	20-25	20
у т.ч. багаторічні трави	20-22	10-15	18-20	-

Доведено, що для забезпечення максимальної продуктивності зрошення у великотоварних господарствах, які мають тваринництво, найбільшу питому

вагу в сівозмінах (по 40-45%) необхідно надати зерновим та кормовим культурам. У господарствах, які спеціалізуються на виробництві зерна і технічних культур, під час формування сівозмін слід надати абсолютну перевагу (на рівні 50-60%) зерновим культурам, у тому числі пшениці озимій – 20-25%; кукурудзі – 20-25%, а також технічним культурам, головним чином сої – 20-25%. В господарствах овочевого напрямку питома вага овочевих культур та картоплі повинна бути збільшеною до 50-60% за рахунок обмеження площ під зерновими і кормовими культурами. За використання краплинного зрошення питому вагу овочів та картоплі слід підвищити до 80%.

Разом з тим, для інноваційного розвитку зрошувальних меліорацій в умовах Південного Степу України є ряд невирішених питань. На найближчу перспективу необхідно поглибити дослідження в напрямі покращення вологозабезпеченості посівів сільськогосподарських культур за рахунок застосування вологоощадних способів основного обробітку ґрунту.

3.2 Адаптування інтенсивних технологій вирощування до метеорологічних умов

Основне завдання агрометеорологічного забезпечення зрошеного землеробства оперативно здійснюється виробничими організаціями Українського республіканського управління з гідрометеорології та у наш час зводиться до його підняття на новий рівень шляхом використання агрометеорологічної інформації і рекомендацій не тільки як консультативного матеріалу, але і у якості керуючої інформації у технології інтенсивного зрошеного землеробства. Врахування агрометеорологічної інформації під час планування та оперативного управління режимами зрошення забезпечує можливість покращення функціонування всіх сільськогосподарських формувань, починаючи з планування виробничих процесів, їх реалізації і закінчуючи збиранням врожаю. Для підвищення продуктивності зрошення необхідно зосередитись на таких напрямках:

- аналізу і регулярної оцінки наявних агрометеорологічних умов формування врожаю сільськогосподарських культур, розрахунку їх продуктивності та прогнозу врожайності;
- зіставлення на основі аналізу наявних та очікуваних умов агрометеорологічних рекомендацій, що направлені на оптимізацію факторів життєдіяльності рослин шляхом агротехнічних, агрохімічних та меліоративних заходів (оптимізація структури посівних ділянок, строків посіву та збирання врожаю, строків і норм поливів, доз мінеральних добрив тощо).

Із року в рік агрометеорологічне забезпечення зрошувального землеробства удосконалюється. З цією метою встановлені зв'язки з Управліннями експлуатації зрошувальних систем (УЕЗС), вивчені їх потреби в агрометеорологічній інформації, для місцевих підрозділів створені технічні записи, які передбачають комплекс заходів з агрометеорологічного обслуговування зрошувальних систем і управління їх експлуатації. Важливим завданням підрозділів Укргідрометцентру є визначення агрогідрологічних властивостей ґрунтів на зрошуваних землях.

Мережею гідрологічних і агрометеорологічних станцій здійснюється комплекс спостережень за станом навколишнього середовища та посівів сільськогосподарських культур, широко застосовуються маршрутні спостереження. Отримані дані дозволяють забезпечити певні організації гідрометеорологічною інформацією та рекомендаціями з їх застосування для вирішення прогностичних та управлінських завдань.

Реалізація заходів щодо агрометеорологічного забезпечення зрошувального землеробства України здійснюється обласними гідрометеорологічними центрами із залученням агрометеорологічних та метеорологічних станцій, а також агрометпостів. На станціях проводяться спостереження за випаровуванням з ґрунтів, надходженням сонячної радіації тощо. На рисунку 3.7 стрілками вказано напрямок гідрометеорологічної та іншої інформації.



Рис. 3.7 Схеми гідрометеорологічного забезпечення зрошеного землеробства України

Інформація I-ої категорії розрахована на агрометеорологічне забезпечення організацій аграрної промисловості необхідними даними. Вона складається з оперативної та режимної інформації.

Оперативна агро-, гідро- та метеоінформація включає в себе:

- екстрену (штормову), епізодичну, щоденну, декадну, агро-, гідро-, метеорологічну інформацію у вигляді довідок та бюлетенів про наявні гідрометеорологічні умови;

- агрометеорологічну оцінку (на основі методичних вказівок) фактично створених умов формування врожаю сільськогосподарських культур у зоні зрошення;

- місячні й довгострокові (на кілька діб) прогнози погоди і короткострокові гідрологічні та метеорологічні прогнози;

- прогнози середньообласної та районної врожайності основних сільськогосподарських культур (за наведеними методами);

- розрахунки і прогнози запасів у ґрунті продуктивної вологи, оцінку сумарного водоспоживання та зрошувальних норм для різних

сільськогосподарських культур на конкретний рік, а також прогнози строків сівби основних сільськогосподарських культур (з використанням методичних вказівок);

- прогнози перезимівлі озимих (площ з різним станом на початок весни).

Режимна інформація включає: обласні та районні агрокліматичні довідники; агрометеорологічні рекомендації з районування нових і перспективних сільськогосподарських культур у зоні зрошення і рекомендації з обліку агрометеорологічних умов при програмуванні врожаю основних сільськогосподарських культур (із застосуванням Методичних вказівок).

Інформація II категорії призначена для агрометеорологічного забезпечення управлінь зрошувальних систем та організацій районних агропромислових об'єднань. Вона готується і видається агрометеорологічними і метеорологічними станціями. Ця категорія інформації передбачає видачу всіх видів інформації I категорії по району діяльності станції або агрометеорології.

Інформація III категорії призначена для агрометеорологічного забезпечення експлуатаційних ділянок і окремих господарств у зоні дії метеостанції або агрометпоста. Вона включає збір та обробку даних і складання відповідно до рекомендацій в такому обсязі: щоденні дані про опади; запаси продуктивної вологи під різними культурами на полях сівозмін; випаровування; вологість ґрунту на полях сівозмін; фази розвитку основних культур на полях спостережень і сівозмін господарства.

Всі режимно-довідкові матеріали використовуються АПК та дослідницькими установами для дослідження просторової мінливості вологості ґрунту на території України, оцінки запасів і обґрунтування оптимальної експлуатації підземних вод, розробки природоохоронних заходів, розрахунку економічної ефективності застосовуваних добрив, програмування вирощування врожаїв сільськогосподарських культур, розробки систем управління комплексами річок, водосховищ і зрошувальних систем, визначення норм поливів сільськогосподарських культур при різних видах зрошення, розробки заходів щодо боротьби з ерозією ґрунту та ін. Ці матеріали дозволяють

вирішувати різноманітні технологічні й організаційні питання, у тому числі пов'язані із сівбою та доглядом за посівами.

Використання агрометеорологічних рекомендацій для коригування режимів зрошення, як свідчить практика, дозволяє оптимізувати водний режим ґрунту, забезпечує підвищення врожайності на 20-25% при економії поливної води, а також сприяє поліпшенню меліоративної обстановки порівняно з полями, де норми і строки поливів призначаються без урахування цих рекомендацій.

Для більшості галузей виробничої діяльності людини кліматичні умови є фоном, що впливає на хід і результат виробничого процесу, але не бере безпосередню участь у ньому. Сільськогосподарське виробництво, на відміну від інших галузей, включає ці умови в якості найважливіших складових засобів виробництва у вигляді агрокліматичних ресурсів, без яких неможливий сам процес отримання сільськогосподарської продукції. Важливою властивістю агрокліматичних ресурсів є істотна залежність ступеня їх використання у виробництві від властивостей об'єкта (сільськогосподарської культури). У зв'язку з викладеним можна зробити висновок, що характеристика агрокліматичних ресурсів будь-якого регіону, крім відомостей про агрокліматичні величини, повинна включати відомості про потреби сільськогосподарських культур у сонячній радіації, теплі, волозі.

При вирощуванні сільськогосподарських культур на зрошуваних землях необхідно враховувати їх біокліматичні особливості [60, 293, 371] (додаток В.2). Наявність таких відомостей дозволяє встановити, наскільки агрокліматичні ресурси відповідають потребам рослин, а також вирішувати прогностичні та інші задачі агрометеорологічного забезпечення зрошеного землеробства.

Під енергетичною потребою будь-якої сільськогосподарської культури мається на увазі кількість ФАР (випромінювання сонця ті інших джерел в інтервалі довжин хвиль 380-720 нм), необхідна рослинам для проходження повного вегетаційного циклу або визначеного міжфазного періоду (з

урахуванням біологічного мінімуму температури цієї культури). Енергетична потреба конкретних сільськогосподарських культур, визначена у вигляді сум ФАР, приходить до земної поверхні за час активної вегетації цих культур. За початок вегетації приймалися дати сівби, а дата закінчення вегетаційного періоду визначалась залежно від особливостей культури і господарської мети її вирощування.

При аналізі та порівнянні даних про потреби різних сільськогосподарських культур у ФАР необхідно враховувати різницю в біологічних мінімумах температури, яка для деяких культур настільки значна, що робить незрівняними між собою значення їх потреби в ФАР. Для порівняння показників потреби різних сільськогосподарських культур у ФАР і зручності агрокліматичних розрахунків пропонується спосіб приведення величин до умови «стандартного» вегетаційного періоду, за який приймається період, обмежений переходом середньодобової температури через 5°C . В основу способу покладений зв'язок між приходом ФАР за періоди, обмежені будь-яким значенням середньодобової температури (від 0 до 15°C), з її приходом за стандартний період.

Як показник енергетичних ресурсів території використовується прихід ФАР за місяці, потенційний вегетаційний період, обмежений датами переходу середньодобової температури повітря через 5°C , за період активної вегетації, обмежений середньодобовими температурами вище 10°C . Для інтенсивного рослинництва важливими є дані про енергетичний резерв, тобто про енергетичні ресурси після збирання озимих культур.

Термічний режим обумовлений особливостями приходу сонячної радіації, атмосферної циркуляції і характером підстилаючої поверхні. Він є одним з основних факторів, що визначають характер погодних процесів, а у відношенні до рослин – регулятором фізіологічних та біохімічних процесів, що відбуваються в рослинному організмі та ґрунті. Продуктивність рослин істотним чином залежить від рівня температури в інтервалі від біологічного мінімуму до біологічного максимуму. Найбільш сприятливі умови для

отримання максимальної продуктивності складаються при оптимальних значеннях температури. В зв'язку з цим виникає необхідність порівняння кліматичних норм температури з температурними оптимумами сільськогосподарських культур.

Відхилення середньомісячної температури повітря викликає певне зниження врожайності сільськогосподарських культур. Більше того, аномальні відхилення середньої місячної температури цих періодів в окремі роки можуть слугувати причиною істотного зниження врожаю. Так, зниження температури в червні-липні на 4-5°C у порівнянні з нормою може призвести до зменшення врожаю зерна зрошуваної кукурудзи на 25%. У зв'язку з викладеним матеріалом, для практики агрометеорологічного забезпечення зрошеного землеробства становить інтерес імовірна характеристика середньомісячної температури.

Деякі приклади свідчать про те, що рівень термічного режиму в теплий період року в зоні зрошення порівняно рідко відхиляється від температурних оптимумів таких культур, як озимі та кукурудза настільки, щоб викликати істотне (до 10-20%) зниження їх врожайності. Однак за більш короткі періоди (декади) і в окремі дні несприятливі термічні умови спостерігаються досить часто, про що свідчать середні значення абсолютних максимумів і мінімумів. У літні місяці доволі часто спостерігаються пониження і перевищення температури повітря в порівнянні з нормою. У зимові місяці коливання температури ще більше: відхилення у бік пониження порівняно з нормою досягають 14-16°, а у бік підвищення 10-12°C.

Динамікою термічного режиму повітря визначаються початок і кінець вегетаційного періоду сільськогосподарських рослин і, отже, польових робіт. Так, дати переходу середньодобової температури повітря через 5°C прийнято вважати межами вегетаційного періоду озимих культур, дати переходу через 10°C обмежують період активної вегетації більшості культур, а дати переходу через 15°C обмежують вегетаційний період теплолюбних культур і період літнього сезону.

Суми температур є істотним чинником клімату при вивченні умов росту і розвитку сільськогосподарських культур, які відображають ресурси теплоти тієї чи іншої області. Південний Степ і АР Крим забезпечені найбільшими ресурсами теплоти й сонячної радіації. Слід відзначити, що у Степовій зоні дотримується загальна закономірність зменшення сум температур з півдня на північ.

Велике значення у підвищенні продуктивності використання поливної води має узгодження взаємодії усіх рівнів водокористування: від магістрального каналу до зрошуваного поля і вирощуваної культури. Перспективним є вдосконалення зрошувальних систем, організаційних структур з управління та експлуатації цих структур, як на рівні річкових басейнів, великих каналів, так і на рівні міжгосподарської мережі, з урахуванням природних та господарсько-економічних умов. Сучасні зрошувальні системи повинні повною мірою задовольняти потреби агропромисловців, враховувати структуру посівних площ на рівні кожного господарства, бути спрямовані на отримання максимальної продуктивності зрошуваного землеробства, економічної ефективності та екологічної безпеки на рівні господарства [83].

В різних країнах світу з успіхом застосовують агрометеорологічне прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, яке базується на моделюванні вхідної інформації або на результатах дистанційних обстежень. Крім того, використовують біометричні системи, засновані на зміряних індексах рослин (строки сівби, густина стояння рослин, площа листової поверхні, розмір кукурудзяного качана тощо). Агрометеорологічний підхід забезпечує найкращі результати на територіях з істотним дефіцитом природного вологозабезпечення, коли кількість опадів і температурний режим є основними обмежувачими чинниками формування високої урожайності. Навпаки, агрометеорологічні методи прогнозування врожайності є практично не придатними в регіонах з високим рівнем вологозабезпечення та на деяких гористих територіях, оскільки за таких умов головними обмежувачими

факторами виступають збудники хвороб і шкідники, а в окремих випадках – надлишок атмосферних опадів [189].

У теперішній час існує багато простих методів для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур. Розповсюдженими є агрометеорологічні методи, які дозволяють прогнозувати продуктивність окремих культур на основі моделювання метеорологічних умов на різні проміжки часу.

Найрозповсюдженішими в теперішній час є методи, які базуються на багатокomпонентних даних агрометеорологічних умов та інтегруються на всіх можливих рівнях: на рівні даних (опадів, фенологія, фотосинтетична діяльність та ін.), а також на аналізі взаємозв'язків урожайності сільськогосподарських культур з територіальним розташуванням. Під час моделювання впливу агрометеорологічних умов велике значення має врахування такого найважливішого чинника, як родючість ґрунту, яку можна встановлювати за допомогою лабораторних або дистанційних методів. Для моделювання доцільне застосування інструментарію сільськогосподарської статистики (створення емпіричних функцій продуктивності рослин та метеорологічних показників), аналізу вхідної та вихідної інформації для кожного з компонентів сформованих моделей (рис. 3.8).

Для моделювання продуктивності сільськогосподарських культур можна використовувати спеціальні комп'ютерні програми з модульною структурою, які складаються з різних елементів систем прогнозування в ланцюгах від введення даних до кінцевого підрахунку програмованої продуктивності. Слід зауважити, що з точки зору вихідних умов, системи прогнозування врожаю складаються з двох етапів: по-перше, встановлення регіональної операційної структури, та, по-друге, формування моніторингових систем з відповідними калібруваннями та уточненнями (фенологія, біометрія, фотосинтетична діяльність, урожайність, якість, економічні та енергетичні показники).

Реалізація заходів агрометеорологічного забезпечення зрошеного землеробства України здійснюється обласними гідрометеорологічними

центрами із залученням агрометеорологічних та метеорологічних станцій, а також агрометеопостів.



Рис. 3.8 Складові елементи агроекологічної моделі продуктивності сільськогосподарських культур [469]

На станціях проводяться спостереження за випаровуванням ґрунтів, надходженням сонячної радіації, кількістю опадів, температурним режимом тощо. Така інформація має чіткі напрями переміщення, узагальнення та використання на рівні області, управління зрошувальними системами й локальному рівні підприємств.

3.3 Формування баз даних агрометеорологічних показників для прогнозування врожайності та моделювання продуктивності сільськогосподарських культур в умовах зрошення

Використання сучасних персональних комп'ютерів при статистичному аналізі отриманих експериментальних даних значно розширює можливості аналізу експериментальних даних, суттєво прискорює процес розрахунків, а також дозволяє істотно збільшити обсяги обробленої інформації. За допомогою

комп'ютерної обробки експериментальних даних існує можливість миттєвого отримання статистичних показників одразу після введення даних. Крім того, забезпечується висока точність результатів, оскільки попереджається можливість виникнення похибок при багаточисленних розрахунках на мікрокалькуляторі.

Для використання бази даних необхідно перенести файл Microsoft Excel «База даних продукт. с.-г. культур ІЗЗ НААН на зрош. 2016.xls» на жорсткий диск комп'ютера і відкрити його для подальшого використання. База даних відкривається головною сторінкою, на якій розташовані посилання вибору сільськогосподарських культур, які містяться у базі даних (рис. 3.9).

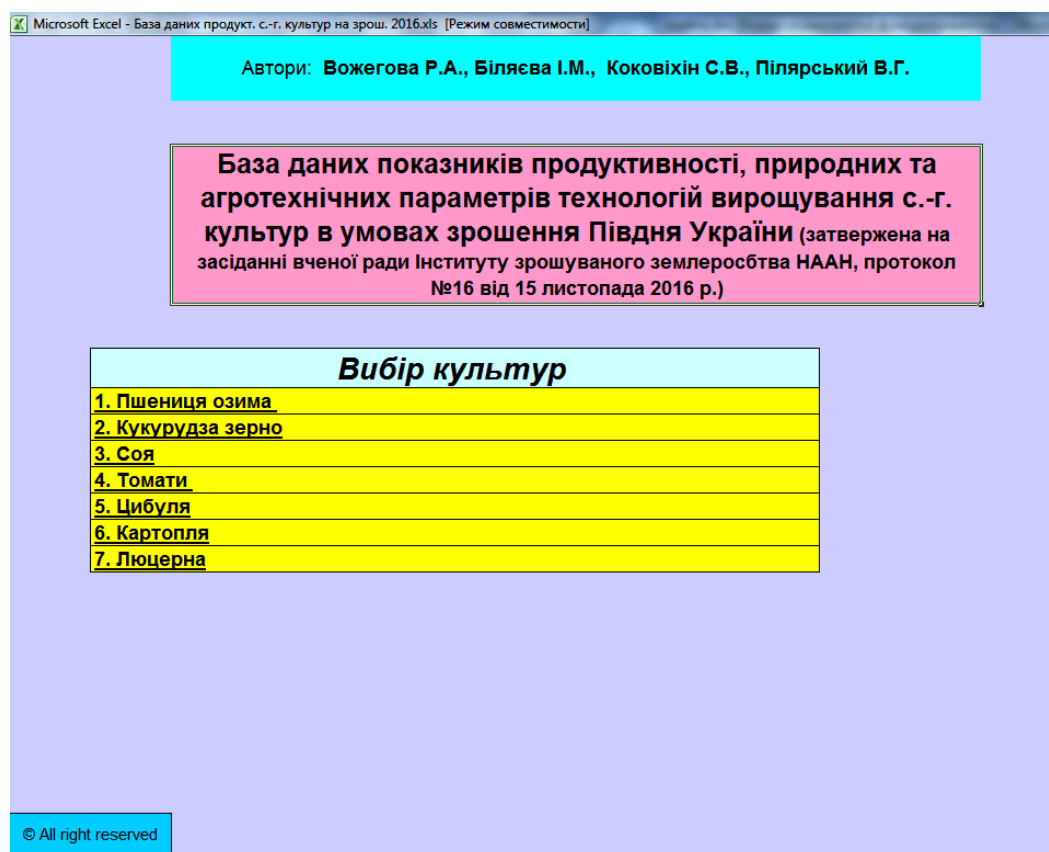


Рис. 3.9 Головна сторінка бази даних показників продуктивності, природних та агротехнічних параметрів технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня України

Також переміщуватись між різними вікнами бази даних можна шляхом натискування відповідних кнопок внизу листів Microsoft Excel. В базі даних представлені матеріали, які одержані в багаторічних польових дослідках

Інституту зрошуваного землеробства НААН за період з 1970 по 2016 роки.

Перша культура, яка відображена в базі даних – це пшениця озима (рис. 3.10). У першій колонці бази даних вказано роки проведення досліджень, які у другій колонці класифіковані згідно методики Іванова на п'ять градацій рівня вологозабезпечення, яку визначали залежно від дефіциту випаровуваності по кожній культурі за ряд років.

База даних урожайності пшениці озимої на зерно залежно від природних та агротехнічних чинників									
Рік	Забезпеченість року	Опади, м ³ /га		Зрошувальна норма, м ³ /га		Сумарне водоспоживання шару 0-200 см, м ³ /га	Сума опадів і зрош. норми, м ³ /га	Сума весняно-літніх опадів і зрош. норми, м ³ /га	Врожайність, ц/га
		осінь-весна	весна-літо	всього	весна-літо				
1971	серед.	1927	1735	2200	1200	5862	3127	2935	66,5
1972	сухий	1534	787	3200	2200	5521	3734	2987	55,4
1973	волог.	2040	2027	2920	1820	4762	6987	3847	55,2
1974	волог.	2146	1706	1700	1050	4068	3852	3036	60,1
1975	сухий	1425	1096	2580	1480	3177	5101	2576	46,9
1976	серед.	967	1222	2290	1290	4198	2189	3512	66,0
1977	волог.	2372	3128	1200	630	4244	6700	3758	51,8
1978	волог.	2555	2179	1900	1600	4479	6634	3779	67,4
1979	сухий	1993	1873	2580	1580	5184	6446	3453	64,8
1980	волог.	2234	2649	2380	1600	4231	7263	4249	59,0
1981	серед.	2207	1618	1920	1500	4572	5745	3118	79,4
1982	серед.	1894	1355	2350	1350	5599	2350	2705	68,2
1983	сухий	1217	809	2250	1550	4276	2250	2359	59,0
1984	серед.	1737	1149	1750	1150	3100	4636	2299	65,4
1985	волог.	1818	2649	1750	1100	3946	6217	3749	52,4
1986	сухий	2021	1443	2600	1950	4937	6064	3393	77,6
1987	волог.	1931	1682	2050	1350	5663	3281	3032	60,5
1988	волог.	1458	2435	1700	1050	3914	5593	3485	73,9
1989	серед.	1317	993	2300	1450	4016	4610	2443	89,7
1990	серед.	878	1957	2050	1450	4608	4885	3407	82,4
1991	волог.	2136	1778	2050	1500	4279	5964	3278	64,4
1992	серед.	1258	1138	2050	1550	4347	4446	2688	43,0
1993	волог.	1713	1622	1800	1050	4016	5135	2672	73,6
1994	волог.	1065	1412	2300	1550	4506	4102	2287	47,6
1996	сухий	2179	669	1950	1600	4929	4798	2269	35,6

Рис. 3.10 База даних урожайності зерна пшениці озимої залежно від метеорологічних та агротехнічних чинників за період 1971-2016 рр. (за даними Інституту зрошуваного землеробства НААН) [190]

У третій і четвертій колонках наведена кількість атмосферних опадів за двома періодами: I. «осінь – весна» – від сходів пшениці озимої і до ранньовесняного періоду, поки рослини знаходяться у стані припинення вегетації; II. «весна – літо» – за період після відновлення вегетації і до збирання врожаю.

П'ята і шоста колонки відображають загальну величину поливної норми і зрошувальну норму весняно-літнього періоду. Як бачимо, зрошувальні норми

коливаються значною мірою, що пов'язано з відмінностями погодних умов, у першу чергу кількості опадів.

Сумарне водоспоживання (сьома колонка), яке наведено за роками проведення досліджень у шостій колонці, відображає суми опадів, зрошувальних норм та вологозапасів з ґрунту за вегетаційний період пшениці озимої.

Наступні елементи бази даних – це сума опадів і зрошувальних норм за вегетаційний період (восьма колонка) та сума опадів і зрошувальних норм за літній період (дев'ята колонка). Останній елемент бази даних – це врожайність пшениці озимої за роками досліджень (десята колонка). Повернутися на головну сторінку можна шляхом натискування посилання, яке розташовано у верхньому лівому кутку вікон бази даних кожної культури.

Друга культура бази даних – кукурудза на зерно (рис. 3.11).

База даних урожайності кукурудзи на зерно залежно від природних та агротехнічних чинників							
Роки	Сума температур повітря понад		Опади, м ³ /га	Зрошувальна норма, м ³ /га	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Урожайність, т/га	
	5 °C	10 °C					
1970	1866	1216	1920	2370	5290	8,91	
1971	1956	1307	1390	3250	4580	8,21	
1972	2145	1496	1704	3320	5324	7,44	
1973	1768	1118	2447	1410	4357	8,23	
1974	1820	1170	1806	2220	4730	9,14	
1975	2157	1507	2343	2240	5110	8,78	
1976	1655	1008	2292	1400	4580	8,62	
1977	1805	1155	3156	1230	5060	8,04	
1978	1706	1056	1909	2050	4490	8,66	
1979	2025	1375	2222	2020	4770	10,37	
1980	1739	1089	1540	1800	4360	9,82	
1981	2018	1370	1480	2040	4644	13,4	
1982	1855	1206	2530	1900	5430	10,61	
1983	1926	1282	2453	1980	4570	9,36	
1984	1834	1184	1370	1980	4170	9,7	
1985	1904	1255	2933	1400	5080	10,3	
1986	1965	1318	1440	2020	3730	9,12	
1987	1818	1168	1515	1930	4005	6,76	
1988	1976	1326	2609	1300	3767	8,11	
1989	1953	1303	1284	1850	4210	5,54	
1990	1841	1196	1944	1250	4280	5,38	
1991	1979	1329	2093	2150	4302	8,61	
1992	1968	1318	1447	2050	4576	9,54	
1993	1830	1180	1048	1950	4140	9,62	
1994	1959	1309	1532	2000	3640	4,38	
1995	1990	1344	1868	2050	4570	6,41	
1996	2087	1437	1023	2550	4138	3,83	

Рис. 3.11. База даних урожайності зерна кукурудзи залежно від метеорологічних та агротехнічних чинників у роки проведення досліджень (за даними Інституту зрошуваного землеробства НААН) [190]

Враховуючи, що ця культура є теплолюбною, до бази даних включено показники сум температур повітря понад 5° і 10°C, які коливалися за роками досліджень (1970-2016 рр.) залежно від метеорологічних факторів вегетаційного періоду цієї культури.

Ще більш мінливим є показник сум атмосферних опадів за вегетаційний період кукурудзи при її вирощуванні на зрошуваних землях півдня України (четверта колонка бази даних) – від 827 м³/га у гостропосушливому 2007 р., до 3673 м³/га – у вологому 1997 році.

Зрошувальні норми коливалися у значному діапазоні з пропорційним зростанням у посушливі роки і, відповідно, зниженням у вологі роки, коли вологовитрати кукурудзи компенсувалися за рахунок підвищеної кількості опадів.

Шоста колонка містить показники сумарного водоспоживання рослин кукурудзи, яке складалося з вихідних запасів ґрунту, опадів за вегетаційний період та зрошувальних норм.

Заключна колонка бази даних продуктивності кукурудзи за її вирощування на поливних землях відображає врожайність зерна культури за досліджуваний період.

Третій блок бази даних віддзеркалює досліджувані показники при вирощуванні сої в умовах зрошення півдня України за період з 1981 по 2016 рр. База даних містить такі самі складові елементи, як і кукурудза на зерно. За ідентичною структурою охарактеризовані також наступні культури бази даних – помідори, цибуля, картопля, за період з 1990 по 2016 рр., які характеризувались різним ступенем впливу на досліджувані показники.

Висновки до розділу 3

1. Основним фактором, стримуючим в умовах глобальної зміни клімату розширення посівних площ на зрошуваних землях високоврожайних селекційних сортів нового покоління зернових, технічних, овочевих культур, картоплі та люцерни, є недостатньо розроблені технології їх вирощування і,

насамперед, несвоєчасне проведення вегетаційних поливів. З ліквідацією великотоварних сільськогосподарських підприємств, які існували до реформування агропромислового комплексу, посівні площі зрошуваних земель основних сільськогосподарських культур, насамперед, пшениці озимої та овочевих культур і картоплі, звелися до мінімальних розмірів. Останнє зумовлено недостатнім рівнем знань як технології вирощування вказаних культур в умовах глобальної зміни клімату, так і недосконалістю матеріально-технічного забезпечення господарств, які займаються їх вирощуванням.

2. Найбільш розповсюдженими культурами, які вирішують у сучасних умовах господарювання проблему дефіциту мінерального азоту в ґрунті та перетравного протеїну в кормах і сприяють підвищенню родючості ґрунтів, є люцерна, багатокомпонентні кормові сумішки, зернобобові та нішеві культур. Тому розширення посівних площ вказаних культур у степовій зоні України в сучасних умовах господарювання дозволить вирішити багато еколого-економічних проблем шляхом розробки та впровадження у сільськогосподарське виробництво енергоощадних технологій та удосконалити структуру посівних площ у зрошуваних сівозмінах з обов'язковим залученням до них люцерни.

3. Найбільш сприятливі умови для вирощування люцерни в Україні складаються в зоні Південного Степу на поливних землях із застосуванням науково обґрунтованих технологій, які базуються на засадах нормування витрат поливної води, мінеральних добрив, пестицидів та інших агрохімікатів. Слід зауважити, що у 60-80 роках ХХ століття ця культура займала в структурі посівних площ до 35-40%, а в теперішній час скоротилося до 5-8%. Така ситуація потребує перегляду методологічних підходів до формування систем зрошуваного землеробства, вирішення гострих еколого-меліоративних та технологічних проблем.

4. Вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях у штучно створених агроценозах необхідно проводити за зональною специфікою, враховуючи біологічні особливості сортів і гібридів, а також

необхідності оптимізації продуктивності зрошення при диференціації комплексу абіотичних, біологічних, технологічних, економічних, енергетичних та екологічних факторів. При цьому важливе значення має встановлення показників продукційних процесів, які необхідно узагальнювати в бази даних і використовувати їх для моделювання технологічного процесу на зрошуваних землях півдня України.

5. Вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях півдня України тісно пов'язано з впливом метеорологічних факторів, які безпосередньо впливають на продуктивність сільськогосподарських культур та якість рослинницької продукції, економічні та енергетичні показники зрошеного землеробства. За допомогою врахування особливостей погодних умов на рівні конкретного господарства, сівозміни та поля можна дослідити просторову мінливість вологозапасів ґрунту, встановити оптимальні поливні та зрошувальні норми, науково обґрунтувати елементи технології вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях. Використання агрометеорологічної інформації з обробкою сучасними інформаційними засобами забезпечує підвищення врожайності на 20-25%, економію поливної води на 15-30%, сприяє максимізації прибутків та покращує меліоративний стан ґрунтів.

РОЗДІЛ 4

НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СІВОЗМІН З ВРАХУВАННЯМ ГІДРОМОДУЛЯ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Інтенсифікація землеробства (застосування добрив, хімічних засобів захисту рослин, проміжних посівів, вирощування високопродуктивних і стійких до несприятливих умов сортів тощо) дозволяє спеціалізувати сівозміни шляхом максимального насичення їх провідними культурами, що забезпечують на зрошенні в посушливих умовах степової зони одержання високих та сталих урожаїв з найменшими затратами праці та коштів. Застосування зрошення на фоні інтенсивних технологій вирощування польових культур є запорукою підвищення продуктивності рослин у 2-3 і більше разів. При цьому основне завдання сівозмін за умов використання штучного зволоження зводиться до регулювання ґрунтово-меліоративних умов, усунення біологічних чинників зниження врожайності, до яких відносяться заходи, спрямовані на збереження родючості ґрунтів, боротьбу з засоленням, бур'янами, хворобами та шкідниками. На зрошуваних землях, на відміну від неполивних, прискорене освоєння сівозмін забезпечує можливість у будь-який час весняно-літнього періоду зволожити ґрунт, своєчасно та якісно обробити його, покращити перезимівлю озимих культур і багаторічних трав. Також на зрошуваних землях позитивним елементом агротехніки є більш висока забезпеченість мінеральними добривами, пестицидами, висівання інтенсивних сортів і гібридів [99, 100, 430].

Важливе теоретичне й практичне значення має наукове обґрунтування чергування культур та необхідності включення певних з них у зрошувані сівозміни з урахуванням урожайності та впливу на ґрунтово-меліоративний стан земель. Крім того, на виробничому рівні гостро постають питання удосконалення елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур у сівозмінах з урахуванням їх біологічних особливостей, вимог до режимів зрошення, способів обробітку ґрунту, систем удобрення і захисту

рослин [21, 290, 296].

4.1 Науково-практичні аспекти та методологічні принципи оптимізації структури посівних площ для умов зрошення

Ефективність зрошення значною мірою обумовлюється дотриманням науково обґрунтованої структури посівних площ з врахуванням організаційно-господарських можливостей, спеціалізації господарств, наявної матеріально-технічної бази та ресурсного забезпечення. Відповідно до цих локальних умов формуються сівозміни. Тривалість ротації сівозміни при тому чи іншому наборі культур визначає культура з найбільш тривалим періодом повернення на попереднє місце вирощування. Зміна земельних відносин в Україні поставила на порядок денний питання періодичності повернення сільськогосподарських культур на попереднє місце [85].

При визначенні періодичності повернення культур на попереднє місце в нових організаційно-господарських і земельних умовах враховуються не всі необхідні фактори. Дослідження, проведені у різних ґрунтово-кліматичних умовах, свідчать про те, що високу продуктивність можна забезпечити тільки при науково обґрунтованому чергуванні сільськогосподарських культур у сівозмінах у просторі й часі. При обґрунтуванні таких складних систем, як сівозміни і визначення в них місця посівів певної культури, слід враховувати локальні ґрунтово-кліматичні та господарсько-економічні умови конкретного господарства. Необхідно враховувати можливість рослин зберігати та покращувати родючість ґрунтів, забезпечувати їх захист від ерозійних та деградаційних процесів, а також створювати сприятливий фітосанітарний стан зрошуваних агрофітоценозів [383].

При плануванні структури посівних площ, розрахунках продуктивності та економічної ефективності використання зрошуваних земель враховуються вимоги сільськогосподарських культур до попередників. Так, у зрошуваній сівозміні для пшениці озимої необхідно за скорочений період від збирання

попередника до сівби провести комплекс робіт з основного та передпосівного обробітку ґрунту, внесення добрив, пестицидів для створення сприятливих умов для початкового росту й розвитку рослин, дружного проростання насіння та отримання повних сходів, нормального розвитку на ранніх етапах органогенезу [450].

До особливостей з побудови сівозмін на зрошуваних землях необхідно віднести: насичення їх культурами, що забезпечують найбільшу віддачу від штучного зволоження, створюють умови для збереження та покращення родючості ґрунтів. У першу чергу – це багаторічні трави (люцерна), питома вага яких у сівозміні повинна складати 25-30%.

Вимоги до попередників на зрошуваних землях дещо інші, ніж на неполивних. Так, багато сільськогосподарських культур з високим рівнем водоспоживання, які пересушують ґрунт і є не бажані в неполивних умовах, на зрошенні забезпечують найвищу віддачу та економічну ефективність [435].

У перші роки освоєння сівозмін необхідно забезпечити розміщення в кожному полі однієї або двох зі схожими за системами обробітку ґрунту, удобрення та режиму зрошення, щоб швидше перейти до розміщення їх відповідно до встановленого чергування сільськогосподарських культур у сівозміні.

При розробленні плану переходу до науково обґрунтованої сівозміни необхідно дотримуватись такої послідовності:

1) встановлюють план або черговість освоєння нових земельних масивів, що залучаються до сівозміни, крім того під орні землі у першу чергу відводять угіддя з найбільшою господарської цінністю;

2) уточнюють і надають розгорнуту характеристику агротехнічних заходів і культур, які вирощували на сівозмінній площі в минулі роки;

3) найбільш цінні культури, що вводяться до сівозміни, розміщують після кращих попередників:

4) сільськогосподарські культури, які менш вимогливі до меліоративного і фітосанітарного стану земель, з урахуванням їх товарної цінності та

економічної ефективності розміщують після менш цінних попередників;

5) крім того, в сівозмінах з багаторічними травами визначають, в якому полі і під яку покривну культуру проводити сівбу.

Найважливішими складовими системи землеробства, що сприяють раціональному використанню вологи й стабілізації врожайності, є підбір і чергування культур з різним рівнем водоспоживання, що передбачає науково обґрунтовані зміни в структурі посівних площ господарства. З огляду на різний рівень водоспоживання польових культур та особливості ґрунтово-кліматичних умов у структурі посівних площ слід дотримуватись оптимального набору та співвідношення зернових, технічних і кормових культур, що забезпечує раціональніше використання запасів вологи.

Щодо озимих культур, то насамперед потрібно визначити оптимальні площі під пшеницю озиму, що дає можливість розмістити її після кращих попередників та уникнути перспективи пересіву.

Протягом останніх років у посушливих регіонах Лісостепової та Степової зони посівні площі соняшнику зросли майже у 2 рази, що створило напруженість водного режиму в сівозмінах і призвело до зниження їх продуктивності. На незрошуваних землях степової зони для накопичення й збереження вологи від атмосферних опадів доцільно максимально використовувати агротехнічні заходи.

Вивчення впливу попередників на водоспоживання окремих культур свідчить про те, що економніше витрачається волога після тих попередників, після яких одержано більший урожай. Розмір водоспоживання у сівозміні залежить від культури та від кількості внесених добрив. Без внесення добрив економно використовували вологу на створення врожаю озима пшениця й кукурудза на силос. Добрива зменшували витрати вологи в посівах усіх культур сівозміни.

Для зменшення негативного впливу посухи на сільськогосподарське виробництво доцільно розширювати площі під культури, що економно витрачають вологу на створення врожаю.

Серед заходів, що забезпечують високі врожаї сільськогосподарських культур, є освоєння сівозміни, розміщення культур після добрих попередників. У посушливі роки врожайність пшениці озимої після люцерни на два укоси і люпину на силос становила 5,73-5,87 т/га, тим часом як після стерньових попередників – 4,48-5,16 т/га. Пшениця після бобових попередників виявилася найбільш урожайною культурою. Продуктивність інших зернових культур була нижчою на 0,31-2,01 т/га зерна. Проте саме останнім часом набуває загрозливого характеру процес занедбання сівозмін. Щоб уникнути хаосу в господарюванні, падіння продуктивності землеробства і родючості ґрунтів, питання введення й освоєння сівозмін слід вводити в рамки закону, як це практикується, наприклад, в Нідерландах [476] та інших європейських країнах.

У степовій зоні на великих зрошуваних масивах основні площі поливних земель вчені рекомендують відводити під кормові та зернові культури, частка яких повинна складати відповідно 50-60 і 33-36%. У зерновій групі перевагу пропонується віддавати найбільш врожайній культурі – кукурудзі, яка повинна займати до 35-40% площ зернових, а пшениця озима, ячмінь та інші зернові культури – 50-55%. Таке співвідношення культур у зерновій групі дозволить збільшити частку післяжнивних зернових і кормових культур до 15-20%. У групі кормових культур пріоритет слід віддати люцерні. Частка цієї культури повинна становити 50-55% від загальної площі кормових рослин, а щоб дотриматись таких показників у структурі посівних площ на поливних землях, люцерна повинна займати від 22 до 30% від загальної площі [17].

У польових дослідах, які були проведені на полях Інституту зрошуваного землеробства НААН, вивчали вісім схем: 2-; 3-; 4-; та 8-пільних сівозмін, які в теперішній час є найбільш поширеними на зрошуваних землях України. Шляхом моделювання агротехнологічних параметрів сформовано зрошувані сівозміни з наступним чергуванням сільськогосподарських культур:

1. Люцерна, люцерна, пшениця озима + горохо-вівсяна сумішка, буряк на корм, кукурудза на силос, пшениця озима + кукурудза з підсівом сої на зелений корм, кукурудза на зерно, ячмінь з підсівом люцерни (коефіцієнт використання

зрошуваної ріллі – 1,375).

2. Соя, пшениця озима + гречка (коефіцієнт – 1,33).
3. Соя, кукурудза (коефіцієнт – 1).
4. Кукурудза, кукурудза, соя (коефіцієнт – 1).
5. Соя, соя, кукурудза (коефіцієнт – 1).
6. Кукурудза, кукурудза, соя, пшениця озима + просо (коефіцієнт – 1,25).
7. Соя, соя, кукурудза, ячмінь озимий + кукурудза на зерно (коефіцієнт – 1,25).
8. Однорічні злаково-бобові на зелений корм + соняшник на олієнасіння, однорічні злаково-бобові сумішки на зелений корм + кукурудза на зерно, озимий ячмінь + соя, кормовий буряк (коефіцієнт 1,75).

Виробництво сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях представляє собою складний та взаємопов'язаний процес, який складається з природних (метеорологічних) умов: температура та відносна вологість повітря, кількість опадів, тривалість сонячного сяйва, надходження фотосинтетично-активної радіації (ФАР); агроеліоративних характеристик ґрунту: вміст гумусу, макро- й мікроелементів, ступінь засолення тощо; агротехнічних (набір культур у сівозмінах, ступінь інтенсифікації технологій вирощування, обсяги застосування пестицидів та агрохімікатів та ін.) та господарсько-економічних факторів: наявність (відсутність) усіх видів ресурсів, показники чистого прибутку та рентабельності тощо.

Всі показники і фактори, що впливають на виробництво на рівні окремих агропідприємств, є функціями часу та пов'язані між собою за допомогою функцій поточної дії та часового відгуку. Тому процес управління сільськогосподарським виробництвом повинен розглядатися у часових вимірах з можливістю оцінки ефективності агровиробництва на зрошуваних землях з врахуванням кліматичних факторів та постійних змін метеорологічних умов на локальному рівні.

Роки проведення досліджень за дефіцитом природної вологозабезпеченості дуже різнилися, що впливало на величину зрошувальної

норми сільськогосподарських культур (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Характеристика років досліджень за показниками природного
вологозабезпечення**

Культура	Дефіцит випаровуваності, %	Рік проведення досліджень	Характеристика року за дефіцитом вологозабезпечення
Соя	43,6	2011	Середній
	66,3	2012	Середньосухий
	45,0	2013	Середній
	67,8	2014	Середньосухий
Ячмінь та пшениця озимі	33,7	2011	Середньовологий
	91,9	2012	Сухий
	87,5	2013	Сухий
	50,7	2014	Середній
Кукурудза на зерно	43,6	2011	Середній
	66,3	2012	Середньосухий
	45,0	2013	Середній
	67,8	2014	Середньосухий

Оцінку впливу різних груп чинників на продуктивність зрошення доцільно проводити за допомогою методу головних компонент, який дозволяє визначити найбільш впливові показники та зменшити обсяги даних для формування моделей.

Здійснення оцінки впливу гідротермічних факторів на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах зрошення дозволило встановити істотні коливання сум температур повітря, температурного індексу, співвідношення загальної валової енергії, яку одержано з врожаєм, з надходженням сумарної та ФАР.

Надходження сумарної радіації та ФАР тісно пов'язано з біологічними особливостями культур зрошуваної сівозміни і, в першу чергу, з довжиною вегетаційного періоду, з істотним зростанням у озимих культур та, навпаки, різким зниженням за вирощування кукурудзи на зерно.

Для сільськогосподарських культур, що входять до складу експериментальних сівозмін на зрошуваних землях, розроблено науково обґрунтовані технології вирощування з режимами зрошення, що відповідають

їх біологічним особливостям, а звідси формується різна потреба в поливній воді впродовж вегетаційного періоду.

Середньозважена зрошувальна норма для експериментальних сівозмін досягала в липні місяці 4300 м³/га на ділянках з 50 та 66,6% насиченням соєю (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Витрати води на зрошення в експериментальних сівозмінах, м³

Календарний місяць вегетаційного періоду	Схеми сівозмін з різним насиченням кукурудзою та соєю							
	8-пільна	2-пільні		3-пільні		4-пільні		
Сівозміна, №	1	2	3	4	5	6	7	8
Травень	2000	900	-	-	-	1350	1400	1600
Червень	3800	1300	1400	2400	1800	2850	1800	2800
Липень	7500	900	2400	3900	4300	3900	4300	3000
Серпень	6500	1900	2500	3500	3000	3900	3000	2500
Вересень	3600	600	400	400	800	600	800	600
Витрати: на 1 га с.п.	2925	2800	3350	3400	3300	3150	2825	2625

В серпні у сівозмінах з 50% питомою вагою сої вона різко зменшується і складає 3000 м³/га, а з 50 та 66,6% насиченням кукурудзою знижується лише до 3500 та 3900 м³/га і залишається високою, тобто ці два місяці є найбільш напруженими для водопостачання.

Для сільськогосподарських культур, які входять до складу експериментальних сівозмін, розроблено науково обґрунтовані режими зрошення, що відповідають їх біологічним особливостям, а звідси – формується різна потреба в поливній воді протягом вегетаційного періоду. Так, пшениця озима і ячмінь озимий понад 40% поливної води використовують у травні та частково в першій декаді червня. За 42 дні поливного сезону пшениця озима витрачає 1800 м³/га, тобто 42,8 м³/га за добу, а ячмінь озимий всю зрошувальну норму 1400 м³ використовує у травні з середньодобовими витратами поливної води – 45,2 м³/га.

Зниження запасів вологи в шарі ґрунту 0-50 см до передполивного порогу зволоження (70% НВ) в посівах кукурудзи і сої відбувається на початку

другої декади червня. Поливний період у цих культур розпочинається після припинення поливів ячменю озимого і пшениці та продовжується від 55 до 65 днів у середньостиглих гібридів кукурудзи, до 75-80 днів у середньостиглих сортів сої залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду.

За цей час середньостиглий гібрид кукурудзи СОВ – 329 МВ використовував 60-65 м³/га поливної води, а сорт сої Даная – 40-43 м³/га за добу. При цьому слід відзначити, що кукурудза витрачає поливну воду протягом поливного періоду більш рівномірно, ніж соя. Так, середньостиглі гібриди кукурудзи в червні витрачають біля 30% зрошувальної норми, у липні – 45% і серпні – 25%, а середньостиглі сорти сої у червні витрачають лише 12% поливної води, у липні – 33% і найбільше у серпні – 55%.

Ведення зрошувального землеробства та використання поливних земель у сучасних умовах повинно базуватись, перш за все, на останніх розробках меліоративної науки, новітніх енерго- й ресурсозберігаючих технологіях, регіональних науково обґрунтованих системах зрошувального землеробства, сучасних організаційних формах аграрного виробництва.

Повинні бути задіяні процеси реформування АПК, які направлені на стимулювання виробництва і забезпечення мотивації до ефективного використання значного потенціалу матеріально-технічної бази сільськогосподарських підприємств і водогосподарського комплексу. В цьому напрямі важливе значення має оптимізація витрат поливної води та коригування зрошувальних норм згідно з біологічними вимогами кожної культури в сівозміні, що забезпечують підвищення продуктивності використання зрошення.

Середньозважена зрошувальна норма для експериментальних сівозмін досягала в липні місяці 4300 м³/га на ділянках з 50 та 66,6% насиченням соєю, оскільки пік водоспоживання цієї культури припадає на другий місяць літа. В серпні у сівозмінах з 50 % сої вона різко зменшується і складає 3000 м³/га, а з 50 та 66,6 % насиченням кукурудзою – знижується до 3500 та 3900 м³/га і залишається високою, тобто ці два місяці є найбільш навантаженими для

водопостачання (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Зрошувальна норма для короткоротаційних сівозмін з різним насиченням кукурудзою та соєю, м³/га сівозмінної площі

Календарний місяць вегетаційного періоду	Набір сільськогосподарських культур у сівозмінах					
	соя, пшениця озима	соя, кукурудза	кукурудза, кукурудза, соя	соя, соя, кукурудза	кукурудза, кукурудза, соя, пшениця озима	соя, соя, кукурудза, ячмінь озимий
Травень	900	-	-	-	1350	1400
Червень	1300	1400	2400	1800	2850	1800
Липень	900	2400	3900	4300	3900	4300
Серпень	1900	2500	3500	3000	3900	3000
Вересень	600	400	400	800	600	800

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Писаренком П.В., к.с.-г.н. Коваленком А.М. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Аналіз одержаних величин гідромодуля при науково обґрунтованих режимах зрошення сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах показав, що у липні місяці він коливався в межах 0,447-0,531 л/с/га. Це свідчить про те, що цей місяць є критичним для двопільних і трипільних сівозмін з 50 та 66% насиченням соєю і кукурудзою.

Розрахунками доведено, що в умовах зрошення півдня України найбільші значення коефіцієнту використання ФАР (η_f) (в межах 1,42-1,85%) забезпечує вирощування пшениці озимої, кукурудзи та сої, проте потенційні можливості використання ФАР – до 3%. Найменша ефективність використання ФАР (на рівні 1,05%) спостерігається при вирощуванні ячменю озимого.

Слід зауважити, що у великій кількості господарств Південного Степу України проектні значення гідромодуля функціонуючих зрошувальних систем та їх діляниць забезпечити його неспроможні. Величина гідромодуля у липні місяці досягла 0,447-0,531 л/с/га. Це свідчить про те, що цей місяць є критичним для двопільних і трипільних сівозмін з 50 та 66% насиченням соєю і кукурудзою (табл. 4.4).

На зрошувальних діляницях з гідромодулем вище 0,35 л/с/га тобто на

Каховській, Фрунзенській, II черзі Краснознам'янської зрошувальних систем є можливість застосовувати 4-пільні сівозміни з питомою вагою кукурудзи, сої та пшениці озимої відповідно: 50, 25 та 25%; або 25, 50 та 25% та 2-пільні сівозміни з 50% насиченням соєю і пшеницею озимою.

Таблиця 4.4

Середня ордината гідромодуля для короткоротаційних сівозмін з різним насиченням кукурудзою та соєю, л/с/га

Календарний місяць вегетаційного періоду	Сівозміна					
	2-пільна		3-пільна		4-пільна	
	soя, пшениця озима	soя, кукурудза	кукурудза, кукурудза, соя	soя, соя, кукурудза	кукурудза, кукурудза, соя, пшениця озима	soя, соя, кукурудза, ячмінь озимий
Квітень	0,208	-	-	-	0,126	0,132
Травень	0,208	-	-	-	0,126	0,132
Червень	0,208	0,368	0,466	0,315	0,275	0,295
Липень	0,260	0,447	0,491	0,531	0,362	0,400
Серпень	0,354	0,466	0,435	0,373	0,381	0,284
Вересень	0,347	0,385	-	0,310	0,200	0,284

Підвищення питомої ваги кукурудзи і сої в 2-3-пільних сівозмінах до 50-66% призводить до порушення науково-обґрунтованих режимів зрошення та зниження продуктивності цих культур на усіх зрошувальних системах України.

При проектуванні та експлуатації зрошувальних систем для різноманітних сівозмін необхідно розробляти графіки поливів, згідно яких встановлюється: черговість проведення поливів, кількість одночасно працюючих дощувальних машин і розрахункові витрати води у зрошувальній мережі. Укомплектований графік поливів будується на основі неуккомплектованого, що дозволяє мінімізувати кількість поливів, які проводяться на сівозміні одночасно, раціонально використовувати дощувальні машини і, як наслідок, мати менші витрати води на сівозміну. Максимальна та мінімальна ординати укомплектованого графіка гідромодуля можуть коливатись у широкому діапазоні залежно від набору культур у сівозміні, потужності зрошувальної системи, техніки та технологій штучного

зволоження.

Споживання води протягом вегетаційного періоду у різних культур також неоднакове. Наприклад, пшениця озима найбільш інтенсивно використовувала поливну воду в травні – 65-70% від загальної кількості, а решту – в першій половині червня. Поливний період триває близько 40 днів за який витрачається, в середньому, 37,5 м³ поливної води на добу [186].

У кукурудзи та сої поливний період розпочинається, в середньому, з середини червня, тобто після закінчення його у пшениці озимої і триває близько 60 діб. За цей час використовується близько 50 м³ поливної води за добу. При цьому розподіл витрачання поливної води протягом поливного періоду у кукурудзи та сої дещо відрізняється. У кукурудзи поливна вода витрачається більш рівномірно, ніж у сої. Так, у кукурудзи в червні та липні витрачається до 30% від зрошувальної норми, а у серпні – 40%. У сої – у червні та серпні – близько 25%, а у липні – 50%.

Найбільш тривалий поливний період у люцерни – близько 130 днів, за який, в середньому, за добу витрачається 36 м³/га поливної води. На протязі всього поливного періоду люцерни вода витрачається відносно рівномірно – по 25% в червні, серпні та по 12,5% у травні і вересні.

Такий розподіл використання зрошувальної води протягом поливного періоду у різних культур призводить до того, що різне співвідношення культур з неоднаковими режимами зрошення в сівозміні формує і різне водоспоживання в ній. У травні й на початку червня випаровування води ґрунтом та витрати її на транспірацію рослинами невисокі, що пов'язано з помірними температурами повітря в цей період. У цей час у сівозміні поливна вода витрачається лише на посівах пшениці озимої та люцерни. На посівах кукурудзи та сої запаси вологи в ґрунті задовольняють потреби рослин і тому поливи тут ще не проводяться. У зв'язку з цим, в сівозмінах з високою питомою вагою пшениці озимої та люцерни витрачається більше води для поливу у весняний період (табл. 4.5).

Подальше підвищення температури повітря збільшує випаровування води

грунтом та споживання рослинами, що створює дефіцит вологи в ґрунті майже під всіма культурами сівозмін. У другій половині червня продовжується інтенсивне використання поливної води на посівах люцерни і в цей же час розпочинаються поливи кукурудзи та сої, що значно підвищує витрати поливної води у сівозмінах.

Таблиця 4.5

**Середня ордината гідромодуля в експериментальних сівозмінах
для середньосухого року, л/с/га**

Місяць	Сівозмінa, №					
	1	4	2	5	3	6
	насичення кукурудзою, колосовими та люцерною, %					
	28,6	28,6	28,6	42,9	57,2	71,5
	28,5	28,5	42,8	28,5	14,2	14,2
	42,8	28,6	28,6	28,6	28,6	0
5	0,21	0,17	0,23	0,17	0,12	0,05
6	0,26	0,26	0,25	0,27	0,30	0,31
7	0,35	0,36	0,32	0,42	0,48	0,47
8	0,34	0,36	0,26	0,43	0,44	0,48
9	0,36	0,30	0,37	0,30	0,22	0,10

Тому підвищення питомої ваги кукурудзи в сівозміні з 28,6% до 42,9-71,5% істотно збільшує споживання поливної води, починаючи з третьої декади червня. Сівозміни із збалансованим співвідношенням культур, в яких не співпадають періоди інтенсивного використання поливної води, тобто пшениці озимої і люцерни та кукурудзи і сої, відносно рівномірно витрачають поливну воду протягом усього поливного періоду.

Коефіцієнт варіації ординати гідромодуля в сівозмінах, які мають 28,6% кукурудзи, 28,6-42,8% зернових колосових (пшениця озима і ячмінь) та 28,6-42,9% люцерни, за 16 років досліджень становить 49,0-53,4%. Поступове підвищення питомої ваги кукурудзи в сівозміні до 42,9, 57,2 та 71,5% за рахунок зменшення посівів зернових колосових культур до 14,2%, а в останній сівозміні і за рахунок виведення з неї люцерни істотно збільшує

нерівномірність використання поливної води в сівозміні. Коефіцієнт варіації ординати гідромодуля в цих сівозмінах підвищується до 55,8-99,2%.

В сівозмінах, де питома вага кукурудзи, зернових колосових та люцерни знаходиться в межах 28,6-42,9%, ордината гідромодуля в травні становила 0,170-0,230 л/с/га. При збільшенні питомої ваги кукурудзи в сівозміні до 57,2% ордината гідромодуля в цей період знижувалась до 0,120 л/с/га, а доведення площ кукурудзи в сівозміні до 71,5% ще більше знижувало ординату гідромодуля – до 0,05 л/с/га. Тобто, в цей час у таких сівозмінах поливна вода майже не використовувалася, що призводить до марного витрачання енергоресурсів для її подачі в зрошувальну систему.

У червні ордината гідромодуля відносно вирівнялася в досліджуваних сівозмінах і коливалася в межах 0,250-0,310 л/с/га. У липні і серпні ордината гідромодуля в сівозмінах з більш високою питомою вагою кукурудзи вже була значно вищою, ніж в інших сівозмінах. Однак, розміщення після пшениці озимої післяжнивних посівів злаково-бобових травосумішок дещо вирівнювало середньодобове випаровування, водночас при насиченні кукурудзою до 71,5% ордината гідромодуля залишалася найвищою і знаходилася в діапазоні від 0,47 до 0,48 л/с/га.

Підвищення питомої ваги кукурудзи в сівозміні з 28,5 до 57,1-71,5% призводить до зниження зрошувальної норми в середньому по сівозміні на 4-22% за рахунок незначного витрачання поливної води на початку та наприкінці поливного періоду (табл. 4.6).

Поряд з цим, збільшення питомої ваги кукурудзи в сівозмінах в цих межах забезпечує підвищення їх продуктивності на 6,7-22,9%, а також за виходом зернових одиниць у розрахунку на 1 га сівозмінної площі.

У зв'язку з цим, у таких сівозмінах спостерігається більш економне витрачання поливної води на формування 1 т зерна, а також більш висока віддача від кожного кубометра використаної води.

Однак, для забезпечення оптимального зволоження всіх культур таких сівозмін потрібен вищий гідромодуль зрошувальних ділянок. До того ж

поливна вода на початку та наприкінці поливного сезону не використовується.

Таблиця 4.6

**Ефективність використання поливної води в експериментальних
сівозмінах (середнє за 2010-2016 рр.)**

Сівозміна №	Збір зерна з 1 га сівозмінної площі, ц	Середня зрошувальна норма, м ³ /га	Витрати води на формування 1 т зерна, м ³	Отримано продукції (зерна) на 1000 м ³ поливної води, ц
1	37,1	3190	8,60	11,6
2	45,0	2960	6,58	15,2
3	48,6	2850	5,86	17,0
4	38,3	2990	7,81	12,8
5	47,7	3000	6,29	15,9
6	60,6	2490	4,11	24,3

Підвищення насичення сівозмін зерновими культурами з 50 до 75% за рахунок пшениці озимої також сприяє зменшенню зрошувальної норми, незалежно від рівня природного вологозабезпечення окремих років досліджень (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Середня зрошувальна норма поливів на 1 га сівозмінної площі залежно
від питомої ваги зернових культур**

Рік	Питома вага зернових культур у сівозміні, %					
	50,0		62,5		75,0	
	кількість поливів	зрошувальна норма, м ³	кількість поливів	зрошувальна норма, м ³	кількість поливів	зрошувальна норма, м ³
Вологий	3,5	2325	3,5	2262	2,6	1688
Середньо-вологий	4,6	3088	4,8	3050	3,9	2425
Середній	5,8	3950	5,4	3600	4,5	2925
Середньо-сухий	6,9	4488	6,5	4125	5,9	3575
Сухий	8,2	5462	7,8	4938	6,9	4275

Необхідно відзначити, що в сівозміні з питомою вагою зернових культур 50% ордината гідромодуля в травні невисока і складає в середньосухі роки 0,14-0,19 л/с/га, а в другій половині червня-серпні підвищується до 0,43 л/с/га. Пов'язано це з наявністю в сівозміні культур, які мають максимальне водоспоживання в липні-серпні.

Збільшення площі зернових культур у сівозміні з 50 до 62,5%, в тому числі пшениці озимої з 25 до 50% дозволяє частину поливів перенести на більш ранній період і закінчити їх у першій половині червня, тобто до періоду максимального водоспоживання. Проведення вегетаційних поливів проміжних культур та вологозарядкових під пшеницю озиму в серпні-вересні, коли вегетація більшості польових культур закінчується, додатково продовжує поливний період на один місяць. Внаслідок цього в сівозмінах з питомою вагою зернових 62,5 та 75,0% ордината гідромодуля в травні підвищується до 0,23-0,24 л/с/га, а в липні-серпні – знижується до 0,28-0,30 л/с/га. Це сприяє більш рівномірному використанню поливної води, меліоративної і сільськогосподарської техніки протягом вегетаційного періоду. Саме головне, що така структура посівних площ у сівозміні забезпечує оптимальний режим зрошення всіх культур в умовах зрошувальних систем з низькою водозабезпеченістю.

4.2 Оптимізація структури посівних площ на зрошуваних землях з урахуванням показників гідромодулю системи та біологічних потреб культур

У зрошуваному землеробстві важливим науковим і практичним питанням є ефективність використання поливної води з агротехнічної, економічної, енергетичної та еколого-меліоративної точок зору. Під час моделювання продуктивності зрошуваного землеробства необхідно встановити головні системно-функціональні чинники, які віддзеркалюють зв'язок між економічним результатом агровиробництва на поливних землях та вхідними

факторами (природні умови, агресурси, інтенсифікація технологій, структура посівних площ, характеристики зрошувальних систем та дощувальних машин тощо). Крім того, особливого значення набуває необхідність дотримання балансу між економічними показниками (чистий прибуток, рентабельність) та екологічними наслідками штучного зволоження (вторинне засолення ґрунту, ерозія, кіркоутворення, ущільнення та ін.) [69, 81, 109, 331, 409].

Моделювання роботи зрошувальних систем і дощувальної техніки в різні періоди поливного сезону дозволяє оптимізувати функціонування виробничих систем, особливо витрат ресурсів на одиницю рослинницької продукції, ресурсощадження, матеріалізації витрат на одержання додаткової продукції при застосуванні зрошення, підвищення прибутковості та мінімізації антропогенного тиску на агросистеми. Поряд із забезпеченням динамічної рівноваги між складовими елементами систем зрошувального землеробства, цей механізм повинен також виконувати функції багаторівневого інформаційного зв'язку, який забезпечить найпродуктивнішу роботу ланцюгів «зрошувальна система – дощувальні машини». Без розробки й упровадження організаційно-господарських заходів з дотримання режимів зрошення для кожного поля, сівозміни та господарства в цілому, практично неможливим є ефективне ведення землеробства на поливних землях з максимальною ресурсною окупністю, не забезпечить бажаного результату як з економіко-енергетичної, так і еколого-меліоративної точок зору [73, 183, 293].

Оптимізація структури посівних площ і коригування набору культур у сівозмінах господарств зони зрошення півдня України мають вагомим значення в економічному механізмі господарювання, сприяють підвищенню продуктивності зрошення та направляють макросистему зрошувального землеробства на підвищення рівня окупності поливної води та інших ресурсів. На жаль, у практичних умовах можливості використання великих обсягів поливної води завжди обмежуються розрахунковими показниками гідромодулів зрошувальної системи кожного господарства. Під час будівництва зрошувальних систем у Південному Степу України у 60-80 рр. ХХ

століття гідромодуль різних систем проектувався в межах від 0,3 до 1,6 л/с/га, що було обумовлено як технічними чинниками, так і наявністю в сівозмінах істотної питомої ваги кормових культур, у першу чергу – люцерни. В теперішній час, коли відбулася докорінна зміна набору культур у зрошуваних сівозмінах з максимальним ступенем насичення соєю, кукурудзою, овочевими культурами, відмічено непродуктивне використання зрошення на початку та наприкінці поливного сезону та, навпаки, перевантаження системи у період з середини червня до середини серпня – коли виникає потреба в одночасному проведенні поливів у так звані «критичні періоди» їх водоспоживання. При низькій величині гідромодулю значно важче отримати високий економічний результат, проте екологічний захист агросистеми кращий. Відповідно за високих показників гідромодулю – ефективність зрошення зростатиме, проте підвищуються непродуктивні витрати води та можуть загострюватись екологічні проблеми ґрунтів. Тому при плануванні необхідно враховувати економічні та екологічні наслідки штучного зволоження та гідромодуль кожної зрошувальної системи з формуванням не укомплектованих і укомплектованих графіків поливів [179, 223, 254, 296, 427].

Узагальнення середньозважених показників гідромодулю сучасної структури посівних площ у Херсонській області свідчить про наявність так званих «пікових» періодів вологозабезпечення, і залежать від наявних культур у сівозміні з переважанням кукурудзи, сої та овочевих культур, а також від потужності зрошувальних систем господарств (рис. 4.1).

Встановлено, що при величині усередненого гідромодулю на рівні 0,45 л/с/га за посушливої погоди (в сухі та середньосухі роки) відбувається перевищення потенційних можливостей зрошувальних систем у період з травня по серпень до 0,57-0,98 л/с/га або на 21,1-54,1%. У середньовологі та вологі роки «пікові» перевищення відзначено у поливний період з червня по серпень місяці, коли досліджуваний показник підвищився до 0,52-0,75 л/с/га або на 13,5-40,0%.

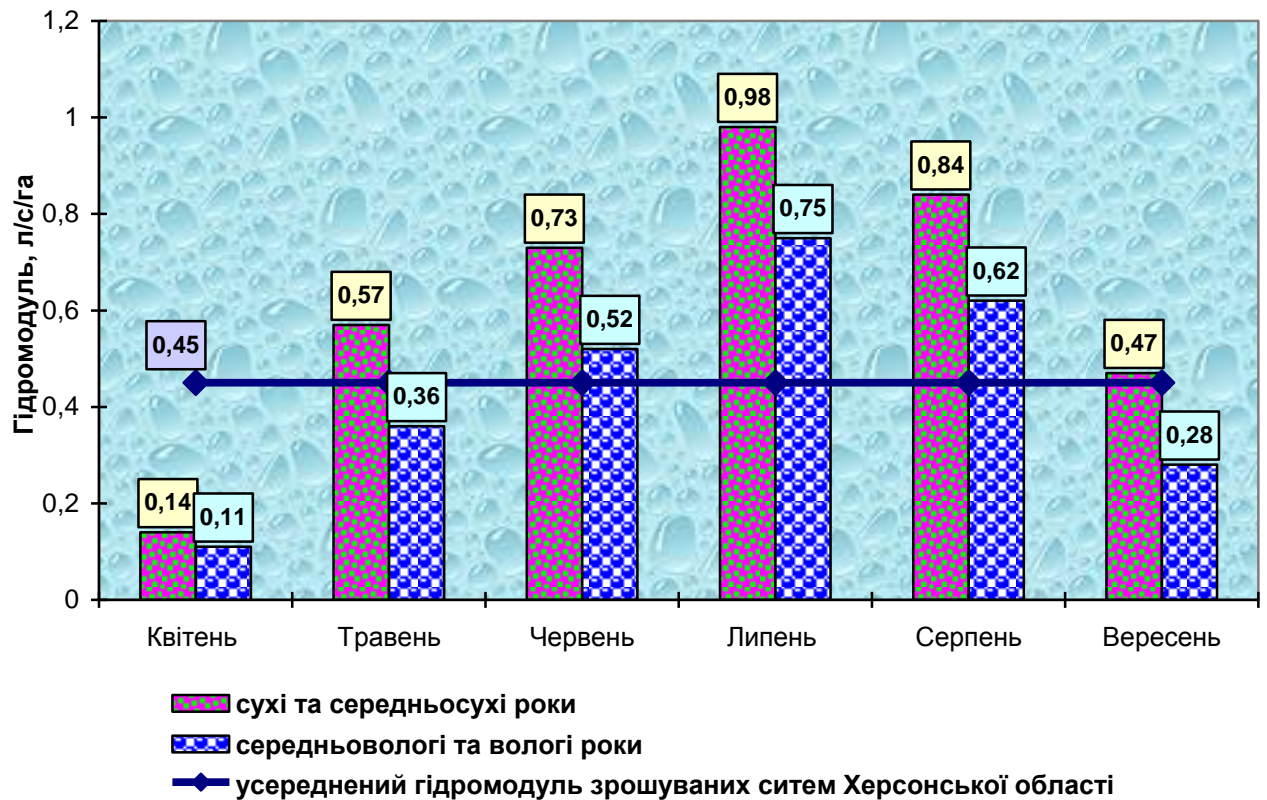


Рис. 4.1 Середньозважені параметри гідромодулів господарств Херсонської області за сучасної структури посівних площ у роки з різним ступенем природного вологозабезпечення (середнє за 2010-2015 рр.)

Враховуючи можливість використання інформаційних технологій та спеціальних комп'ютерних програм для моделювання структури посівних площ, підбору сільськогосподарських культур у сівозміні, формування не укомплектованих і укомплектованих графіків проведення поливів, в Інституті зрошуваного землеробства НААН у вигляді надбудови до програми Microsoft Office Excel 2003 був сформований Програмно-інформаційний комплекс (ПК) «Гідромодуль» (рис. 4.2).

Програмний комплекс дозволяє змоделювати сівозміни за допомогою мінівікон з набором різних сільськогосподарських культур, які знаходяться у багатофункціональній базі даних. Слід зауважити, що набір культур може бути змінений для кожного окремого моделювання з включенням, наприклад, нішевих або лікарських культур, врахуванням генетичного потенціалу певних сортів (гібридів) та рівнів інтенсифікації технологій вирощування і режимів

зрошення (біологічно оптимальний, ресурсощадний, ґрунтозахисний).

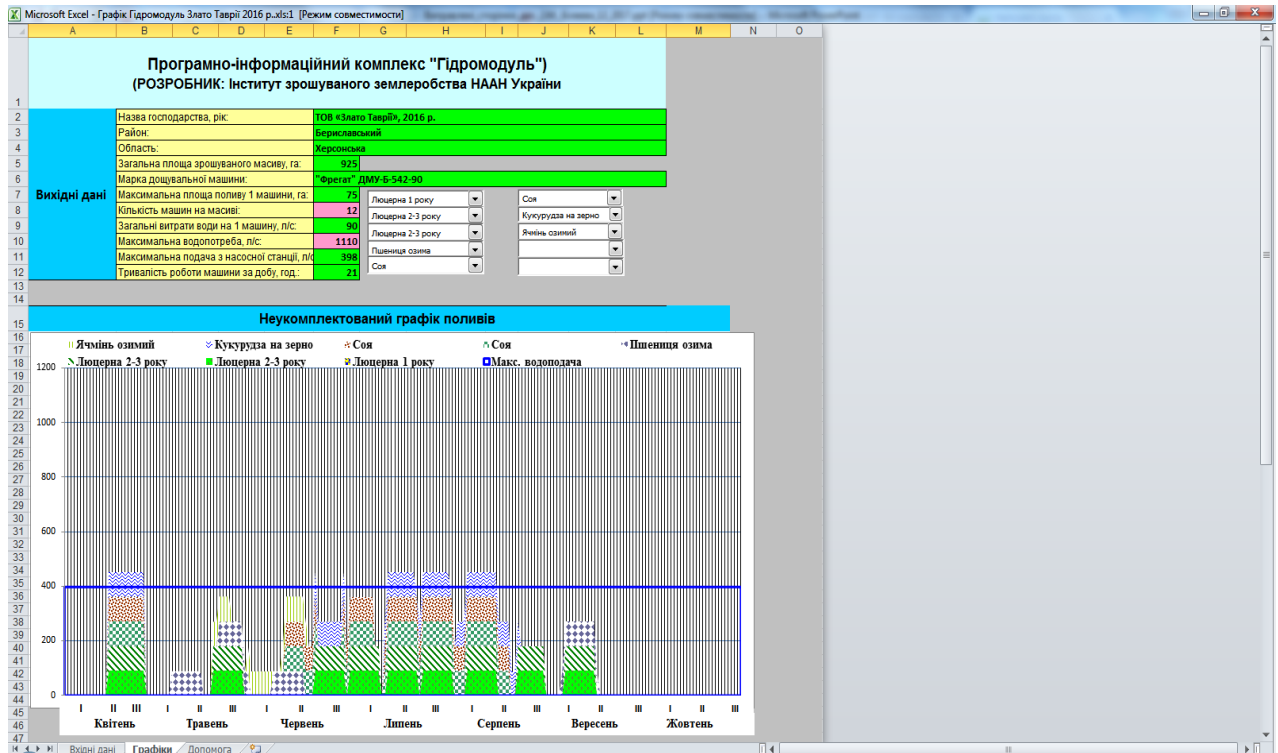


Рис. 4.2 Головна сторінка Програмно-інформаційного комплексу "Гідромодуль" з вихідними даними формування зрошуваної сівозміни в ТОВ «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області

При цьому за головні параметри моделювання все ж приймаються: гідромодуль, потужність зрошувальної системи, кількість та технічні можливості дощувальних машин, поливні площі тощо.

Одразу після вибору культур сівозмін господарства та введення необхідних інформаційних блоків ПК «Гідромодуль» автоматично формує неуконплектований графік гідромодулю, який необхідно скоригувати для оптимізації режимів зрошення та підвищення продуктивності зрошення на рівні поля, сівозміни і господарства.

Важливим елементом роботи з оптимізації гідромодулю є коригування баз даних, які розташовані в електронному середовищі «Вихідні дані» (рис. 4.3).

В допоміжних таблицях розташовані вихідні дані в розрізі культур з проектною кількістю поливів, приблизними календарними датами проведення

поливів, величинами поливних і зрошувальних норм тощо. Користувачі можуть легко змінювати ці вихідні параметри моделювання гідромодулю, наприклад, замінювати культури сівозміни, призначати або скасовувати вегетаційні поливи, коригувати поливні норми.

Моделювання режиму зрошення культур в сівозміні, 2016 р.											
Культури	Неукомплектований графік поливів										
Ячмінь озимий	75	1	300	1	90	18.05.2016	4	18.05.2016	22.05.2016	18.05.2016	22.05.2016
	75	2	400	1	90	29.05.2016	5	29.05.2016	03.06.2016	29.05.2016	03.06.2016
	75	3	400	1	90	09.06.2016	5	09.06.2016	14.06.2016	09.06.2016	14.06.2016
Люцерна 1 року	75	0	500	1	90	15.07.2016	7	15.07.2016	21.07.2016	15.07.2016	21.07.2016
	75	1	500	1	90	03.08.2016	7	03.08.2016	09.08.2016	03.08.2016	09.08.2016
	75	2	500	1	90	13.08.2016	7	13.08.2016	19.08.2016	13.08.2016	19.08.2016
	75	3	500	1	90	29.08.2016	7	29.08.2016	04.09.2016	29.08.2016	04.09.2016
	75	4	500	1	90	10.09.2016	7	10.09.2016	16.09.2016	10.09.2016	16.09.2016
Люцерна другого та третього років використання	75	0	600	1	90	15.04.2016	8	15.04.2016	23.04.2016	15.04.2016	23.04.2016
	75	1	500	1	90	18.05.2016	7	18.05.2016	24.05.2016	18.05.2016	24.05.2016
	75	2	500	1	90	19.06.2016	7	19.06.2016	25.06.2016	19.06.2016	25.06.2016
	75	3	500	1	90	30.06.2016	7	30.06.2016	06.07.2016	30.06.2016	06.07.2016
	75	4	500	1	90	12.07.2016	7	12.07.2016	18.07.2016	12.07.2016	18.07.2016
	75	5	500	1	90	23.07.2016	7	23.07.2016	29.07.2016	23.07.2016	29.07.2016
	75	6	500	1	90	06.08.2016	7	06.08.2016	12.08.2016	06.08.2016	12.08.2016
75	7	500	1	90	22.08.2016	7	22.08.2016	28.08.2016	22.08.2016	28.08.2016	

Рис. 4.3 Допоміжні таблиці з бази даних вихідних параметрів для коригування режиму зрошення та формування укомплектованого графіку поливів на рівні сівозміни

Одразу після змін вихідної інформації з баз даних ПК «Гідромодуль» формує укомплектований графік проведення поливів для кожного поля сівозміни (рис. 4.4).

Програмний комплекс можна використовувати не лише для моделювання, а також і для оперативного коригування режимів зрошення обраних культур сівозміни протягом поливного сезону (періоду вегетації рослин). Для цього необхідно, враховуючи поточні погодні умови та організаційно-господарські чинники, змінювати вихідні компоненти ПК «Гідромодуль». Формуються нові допоміжні таблиці зі зміненими вихідними

показниками поливних режимів, які слід адаптувати до поточних параметрів евапотранспірації. Всі ці зміни одразу відображаються на оновленому укомплектованому графіку поливів

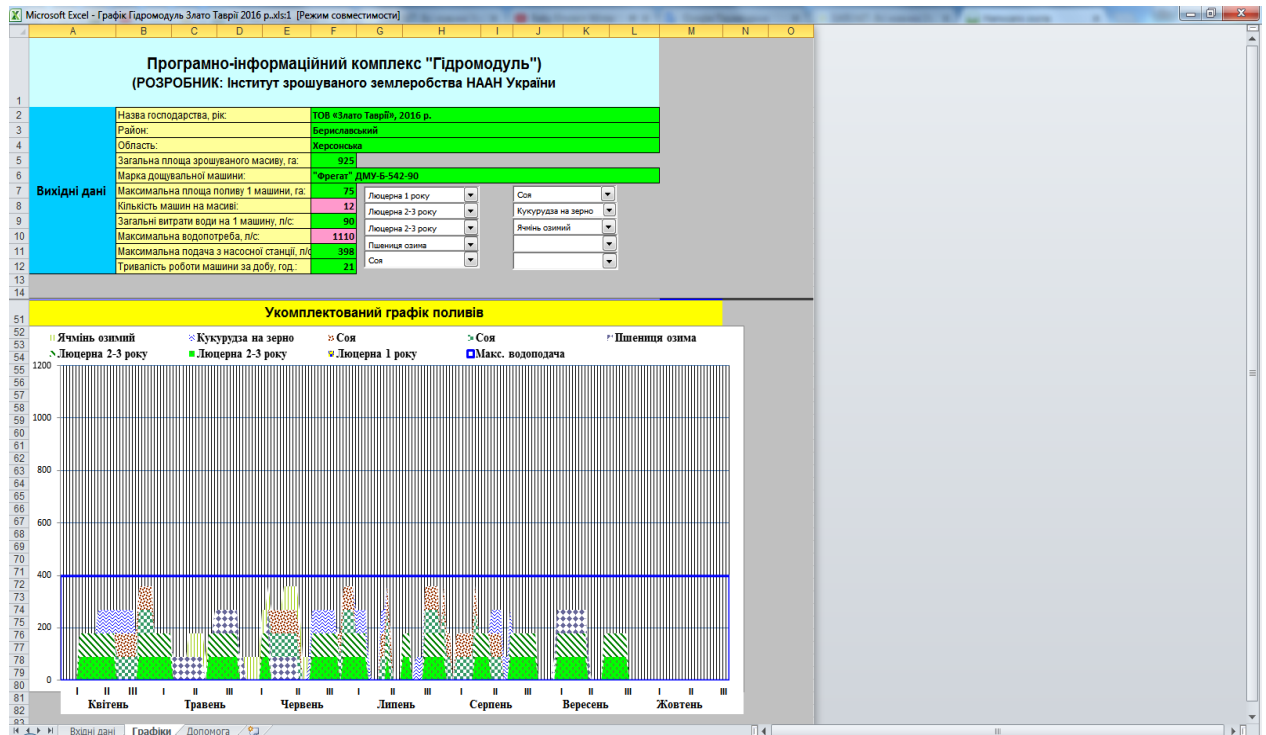


Рис. 4.4 Сформований ПК «Гідромодуль» укомплектований графік поливів для умов ТОВ «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області, 2016 р.

Після такого оперативного коригування режимів зрошення на окремих сільськогосподарських культурах сівозмін можна встановлювати оптимальні строки і норми чергових вегетаційних поливів, що має вирішальне агротехнічне, економічне та екологічне значення з точки зору підвищення продуктивності зрошення.

Шляхом оптимізації структури посівних площ за рахунок підвищення продуктивності зрошення та максимізації інтенсивності продукційних процесів рослин на засадах вибірки, систематизації й узагальнення експериментальних даних і встановлено тісні статистичні зв'язки між урожайністю сільськогосподарських культур, природними й агротехнологічними факторами. Виробниче впровадження розробки в умовах ТОВ «Сільськогосподарське

підприємство «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області забезпечило зменшення витрат поливної води на 12-27%, підвищення чистого прибутку на 3,9-7,2 тис. грн/га та рентабельності на 34-57%.

На виробничому рівні одержано позитивні результати впровадження ПК «Гідромодуль» у господарствах Голопристанського району Херсонської області у межах дії УВГ Приморське для НС 25 та НС 29 (додатки Д.1-Д.2). В агроформуваннях здійснено статистичне моделювання, встановлено оптимальні строки й норми вегетаційних поливів, проведено коригування розподілу роботи дощувальних агрегатів та силового обладнання зрошувальних систем. Застосовуючи розроблене програмне забезпечення для формування режимів зрошення, були сформовані неукомплектований й укомплектований графіки поливу, що дозволило вирішити багато практичних питань на рівні зрошувальних систем, насосних станцій та господарств, які вирощують сільськогосподарську продукцію на зрошуваних землях.

Так, проведення вегетаційних поливів на проміжних культурах, а також вологозарядкових під пшеницю озиму в серпні-вересні, коли вегетація більшості польових культур закінчується, дозволило додатково продовжити поливний період на один місяць. Внаслідок цього в сівозмінах з питомою вагою зернових 63-75% ордината гідромодуля в травні підвищилася до 0,23-0,24 л/с/га, а в липні-серпні, навпаки, знизилася до 0,28-0,30 л/с/га. Це сприяло стабілізації роботи зрошувальних систем та більш рівномірному використанню поливної води, меліоративної і сільськогосподарської техніки протягом року. Головне, що таке коригування структури сівозмін забезпечує оптимальний режим зрошення всіх культур в умовах зрошувальних систем з низькою водозабезпеченістю, дозволяє подолати «пікові» періоди роботи зрошувальних систем, має економічні та еколого-меліоративні переваги.

4.3 Моделювання та агроекологічне обґрунтування сівозмін

Необхідність проведення досліджень в галузі меліорації та зрошеного землеробства зумовлена пошуком наукових підходів раціонального використання потенціалу агросфери нашої держави, розробки елементів ресурсощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур, зорієнтованих на отримання високої економіко-енергетичної ефективності й екологічної безпеки рослинництва, можливістю прогнозування та програмування кількісних і якісних показників продукційних процесів рослин з урахуванням зональних та локальних умов.

Інтенсифікація землеробства в останні 50-70 років, яка проявилася в зростанні розораності великих площ, масштабному використанні парів, вивезенні післяжнивних решток з полів для їх використання у вигляді палива тощо, призвела до різкого загострення агроеліоративних проблем і погіршення родючості ґрунтів, зокрема істотних втрат органічних речовин та катастрофічного зменшення вмісту гумусу [249].

Крім того, внаслідок економічних чинників у вітчизняному сільськогосподарському виробництві спостерігається різке скорочення застосування мінеральних та, особливо, органічних добрив. За таких умов дієвим та економічно виправданим напрямом збереження й відновлення родючості ґрунтів, підвищення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції має стати біологізація землеробства через формування науково обґрунтованих сівозмін, які забезпечують позитивний баланс гумусу, сприяють накопиченню органічних речовин у ґрунті та створюють певний агроекологічний ефект [290].

При цьому має значення загальний обсяг вирощеної біомаси рослин, кількість відчужуваної її частини з урожаєм, кількість і якість рослинних залишків, що надходять у ґрунт, швидкість їх мікробіологічної трансформації та величина повернення макро- й мікроелементів, оцінка ролі мінеральних добрив в активізації цих процесів. Дослідження таких процесів у сучасних

умовах важливе для всіх видів сівозмін, особливо, на зрошуваних землях, а також у неполивних умовах при вирощуванні таких культур, як соняшник [406].

Земельному фонду України притаманна певна дwoякість: з одного боку, в ґрунтовому покриві її переважають родючі чорноземи та каштанові ґрунти, з іншого, процеси деградації ґрунтів охоплюють практично всю її територію. Надмірне навантаження на ґрунти спричиняє активізацію негативних процесів, зокрема, ерозійних, що було обумовлено нехтуванням питаннями екологічної придатності земель для вирощування певних сільськогосподарських культур та, у першу чергу, необґрунтоване збільшення площ просапних культур. Використання деградованих та малопродуктивних ґрунтів завдає щорічно великих збитків на кожному гектарі, оскільки виробничі витрати на них не компенсуються одержуваними врожаєм [432].

При розробці агрокліматичного обґрунтування розміщення сільськогосподарських культур треба враховувати вимоги рослин до ґрунтово-кліматичних умов: вплив метеорологічних факторів, швидкість розвитку й проходження основних фенофаз, урожайність, якість продукції, економічні та енергетичні показники.

Науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах сприяє поповненню і кращому використанню поживних речовин ґрунту й добрив, підтриманню сприятливих фізичних властивостей ґрунту, захисту від ерозії, попередженню розповсюдження бур'янів, хвороб та шкідників сільськогосподарських культур. З метою раціонального використання земель і біокліматичного потенціалу певної ґрунтово-кліматичної зони необхідно формувати сівозміни з гнучким чергуванням сільськогосподарських культур. Це забезпечує можливість збільшувати чи зменшувати площу посівів, замінюючи одну культуру за умови біологічного споріднення їх та залежно від попиту на окремі види продукції на аграрному ринку. Основою оптимізації підсистеми ґрунтового покриву агроландшафту є математичні моделі ґрунтоутворюючих та ерозійних процесів у

формалізованому вигляді, що адекватно відображають складний характер взаємодії природних і господарських чинників, характер та інтенсивність таких процесів [442].

Саме такі моделі повинні лежати як в основі методик оцінки потенційної екологічної небезпеки території та інтенсивності втрат ґрунту, так і в обґрунтуванні оптимальної у конкретних умовах сівозміни та системи ґрунтозахисних заходів. Для моделювання сівозмін господарств Херсонської області були використані методичні рекомендації в галузі меліорації, зрошувального землеробства та інформаційних технологій [261, 301, 340].

В умовах інтенсивного землеробства внаслідок антропогенного впливу спостерігається трансформація еколого-меліоративних показників ґрунтів з проявом негативних тенденцій ерозії, осолонцювання, ущільнення, кіркоутворення, що призводить до зниження вмісту гумусу та органічної речовини. Використовуючи теоретичні основи системного аналізу ґрунтів і екосистем, існує можливість здійснення моделювання процесів витрат і нагромадження органічних речовин у ґрунті з встановленням динаміки вмісту гумусу, що має вирішальне значення з точки зору підвищення продуктивності землеробства на зрошуваних землях. Оскільки якість ґрунту характеризується комплексом вихідних параметрів, то через взаємодію їх з системою вищої ієрархії (тобто екосистемою землеробства на неполивних і зрошуваних землях), можна проводити оцінку та прогнозувати зміну якісних параметрів ґрунту в будь-який момент часу.

Блокова структура моделей має великі переваги для здійснення моделювання, дозволяючи вивчати, змінювати і деталізувати окремі блоки, не змінюючи інших. Як правило, число параметрів, які входять до кожного блоку, істотно більше кількості параметрів, якими блоки поєднуються один з одним. Моделі продукційного процесу мають балансовий характер, тобто для кожного елемента необхідно проводити розрахунок усіх додатних і від'ємних складових загального балансу (рис. 4.5).

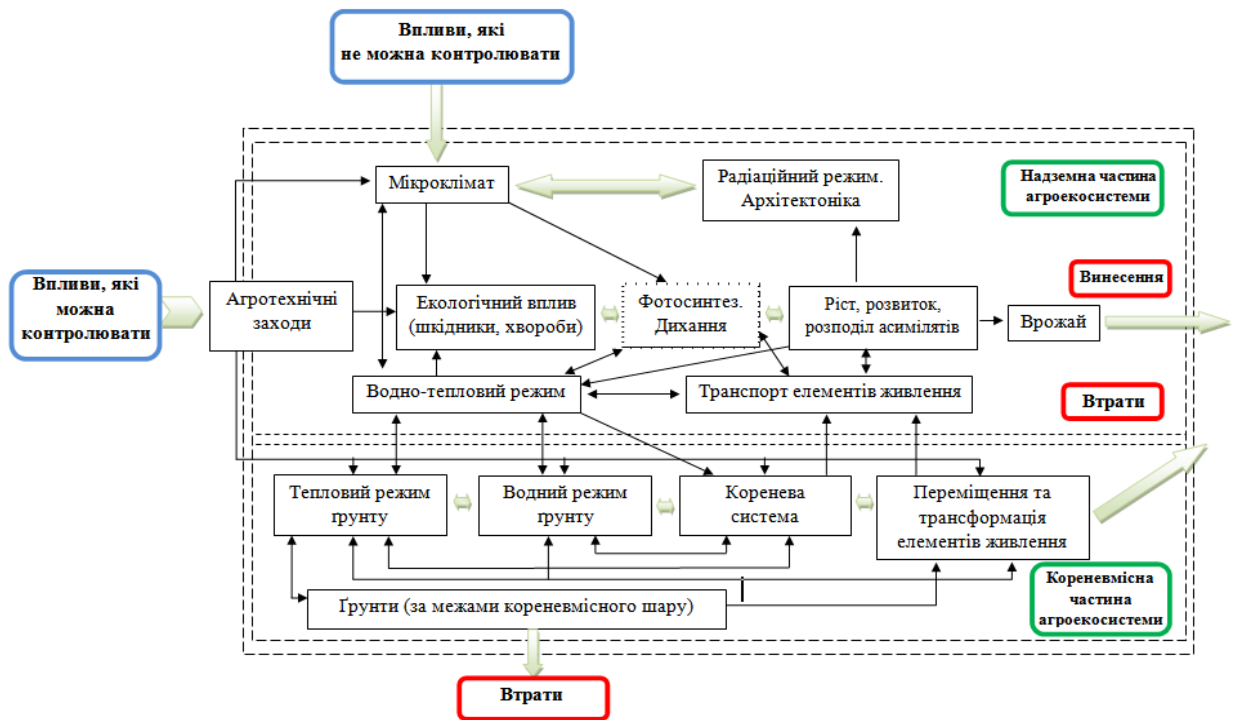


Рис. 4.5 Складові елементи продуктивності агроекосистеми на локальному рівні [302]

Наприклад, при розрахунку водного режиму ґрунту треба враховувати надходження кількості опадів, зрошувальні норми, відсоток споживання вологозапасів рослинами, можливе утворення шару води на поверхні ґрунту, переміщення вологи в ґрунті між різними прошарками, обмін з ґрунтовими водами, обсяги поглинання води кореневою системою, евапотранспірацію тощо. Таким же чином у прогностичних моделях взаємопов'язані цикли кругообігу вуглецю, азоту, органічних речовин та інших елементів.

Основним критерієм оцінки різних систем зрошуваного землеробства є відтворення гумусу в ґрунті. На організаційному етапі агровиробництва при виборі таких систем, набору культур та структури посівних площ необхідно виходити з необхідності направлено регулювання процесів накопичення та витрат гумусу в найбільш активному (орному) шарі ґрунту. При моделюванні вмісту гумусу для зрошуваних сівозмін ПП «ВИХІД-2» Чаплинського району Херсонської області встановлено, що, залежно від сценаріїв технологій вирощування, даний показник коливається у широкому діапазоні (рис. 4.6).

Для змодельованих сівозмін господарства необхідно забезпечити

позитивний балансу гумусу та органічних речовин, тобто коли їх утворення перевищує витрати на мінералізацію та формування врожаю сільськогосподарських культур.

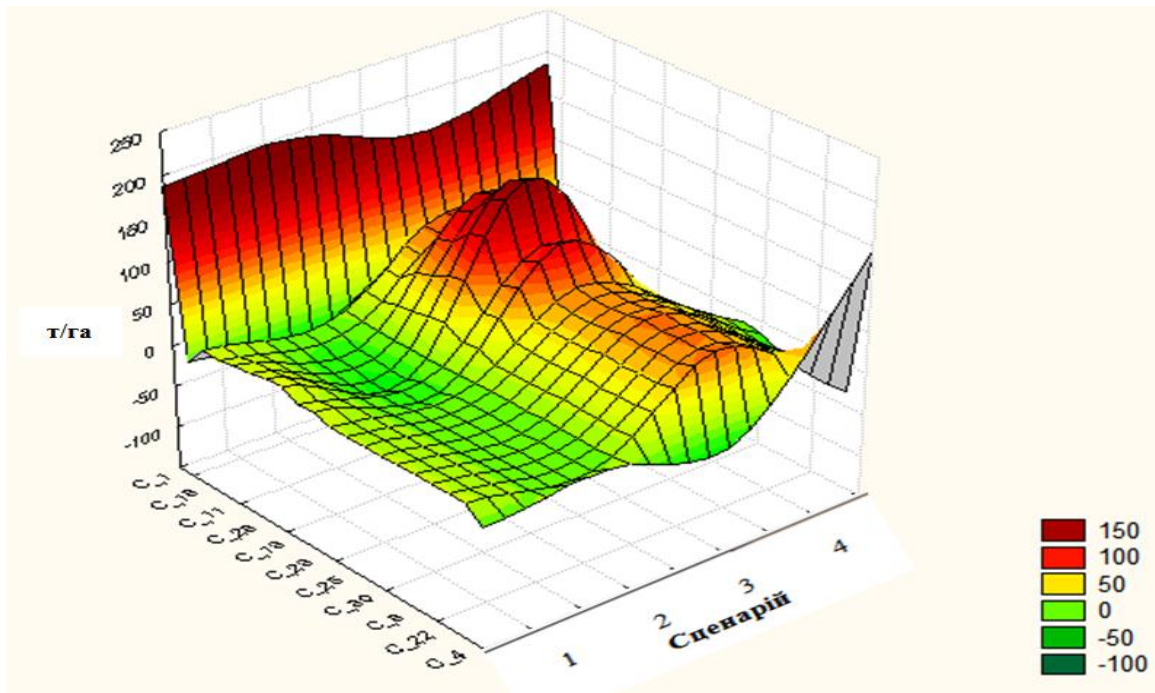


Рис. 4.6 Баланс гумусу зрошуваної сівозміни за змодельованими сценаріями функціонування агровиробничої системи, \pm т/га

Для більш чіткого представлення про баланс гумусу в спроектованих сівозмінах з різною структурою посівних площ проведені розрахунки на середній розмір поля кожної сівозміни.

Науково обґрунтоване сполучення сівозміни, ефективних заходів обробітку ґрунту, раціональної системи застосування мінеральних та органічних добрив забезпечує позитивний баланс гумусу в сівозміні та сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Баланс гумусу в ґрунті формується з прихідної та витратної його частини. Математично він являє собою різницю між статтями його надходження та витрат за однаковими проміжками часу. Для того, щоб добитись позитивного балансу гумусу в сівозміні, необхідно вести землеробство так, щоб на полі заорювати в ґрунт якомога більше органічної речовини.

Для стабілізації гумусового стану ґрунтів сівозміни потрібно збільшити обсяги застосування органічних добрив, оптимізувати співвідношення між просапними культурами та культурами суцільного способу посіву. Найбільша ефективність органічних добрив спостерігається тоді, коли їх вносять одночасно з мінеральними добривами.

Застосування науково-методологічних підходів до формування сівозмін на зрошуваних та неполивних землях дозволило на засадах врахування якісних параметрів і характеристик ґрунтів, біологічних особливостей вирощуваних культур та придатності земель до різних ступенів інтенсифікації дозволило змоделювати польові сівозміни на земельних ділянках загальною площею 3827 га ПСП «Дружба» Горностаївського району Херсонської області.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України № 164 від 11.02.2010 року «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах», спільного Наказу Міністерства аграрної політики України та Української Академії Аграрних Наук від 18 липня 2008 р. № 440/71 «Про затвердження методичних рекомендацій щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України» науково обґрунтовано план освоєння розроблених сівозмін, який розрахований на сім та вісім років, після чого культури займають свої місця згідно з прийнятим чергуванням.

Розрахунками доведено, що при формуванні збалансованої системи удобрення необхідно коригувати дози внесення мінеральних добрив залежно від потенційної родючості ґрунту, вмісту в ньому поживних речовин, біологічних особливостей вирощуваних культур та інших чинників. (табл. 4.8).

Розробка забезпечує екологічно збалансований ґрунто- й водоохоронний устрій території на базі вивчення та глибокого аналізу умов та рельєфу ґрунтового покриву ділянок, визначення кількості та ступеня придатності ґрунтів господарства для вирощування основних сільськогосподарських культур, ерозійної напруги території та екологічного навантаження.

Таблиця 4.8

Розрахунок доз внесення азотних і фосфорних добрив за балансовим методом для неполивних і зрошуваних сівозмін

№ з/п	Показники	Соняшник (неполивні умови) – лучно-каштанові ґрунти		Ріпак озимий (зрошення) – чорноземі південні	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
1	Програмований урожай, ц/га	12	12	30	30
2	Вміст в 1 ц продукції, кг	6,0	2,8	6,5	3,0
3	Винос поживних речовин з врожаєм, кг/га	72	34	195	90
4	Міститься в орному шарі ґрунту (0-30 см), мг/кг	45	28	73	65
5	Міститься в орному шарі, кг/га	193	120	276	246
6	Відсоток використання елементів живлення з ґрунту	40	20	50	30
7	Може бути засвоєно з ґрунту, кг/га	77	24	138	74
8	Нестача елементів живлення, кг/га	–	10	57	16
9	Відсоток використання елементів з мінеральних добрив у 1-й рік	50	40	70	50
10	Треба внести діючої речовини, кг/га	0	22	74	32
11	Примітки	–	Внесення P ₁₀ при посіві	–	Внесення P ₁₀ при посіві

Моделювання незрошуваної сівозміни господарства ПСП «Дружба» Горностаївського району Херсонської області свідчить про те, що баланс гумусу ґрунтів сівозміни є від'ємним і складає мінус 1082 т (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Баланс гумусу у 8-пільній польовій зерно-паро-просапній сівозміні, площа сівозміни – 1352,9 га, середній розмір поля – 169,12 га

№ поля	С.-г. культура, пар	% в структурі сівозміни	Площа, га	Урожайність основної продукції, т/га	Поверхневі рештки на 1 га, т	Кореневі рештки на 1 га, т	Σ рослинних решток на 1 га, т	Утворення гумусу, т		Витрати гумусу, т		Баланс гумусу (±)
								на 1 га	на всю площу	на 1 га	на всю площу	
1	Пар	12,9	174,54	-	-	-	-	-	-	2,0	349,0	-349,0
2	Озимі зернові	11,2	151,81	3,2	2,37	3,27	5,64	1,13	171,5	1,35	204,8	-33,3
3	Горох	10,5	142,4	1,5	1,23	2,12	3,29	0,94	133,8	1,12	159,2	-25,3
4	Сорго	16,1	218,18	3,5	1,53	1,92	4,18	0,72	157,1	1,27	277,1	-120,0
5	Пар	12,9	174,54	-	-	-	-	-	-	2,0	349,0	-349,0
6	Ріпак озимий	12,9	174,15	2,5	2,0	3,76	5,76	0,98	170,67	1,07	186,34	-15,7
7	Пшениця озима	14,9	202,01	3,2	2,37	3,27	5,64	1,13	228,27	1,35	272,71	-44,44
8	Соняшник	10,7	144,03	1,2	0,81	1,88	2,69	0,38	54,73	1,39	200,2	-145,5
Всього		100	1352,9		1,72	2,70	4,53	0,88	916,1	1,44	1998,3	-1082
Коефіцієнт варіації, %		–	–	75,4	72,3	70,6	70,2	65,9	74,8	25,0	29,4	–

Для створення позитивного балансу гумусу ґрунтів цієї сівозміни ми передбачили розроблення та запровадження таких заходів:

➤ удосконалити елементи агротехніки вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні та забезпечити своєчасне їх виконання з метою підвищення урожайності. Це створить умови для збільшення надходження в ґрунт органічних решток рослин на створення гумусу;

➤ соломі ріпаку озимого в полі №2 використовувати як органічне добриво. Це сприятиме додатковому надходженню органічної речовини в ґрунт, з якої буде створено гумусу: $2,0 \text{ т/га} \times 152,49 \times 0,17 = 51,85 \text{ т}$;

➤ соломі озимих злакових культур використовувати як органічне добриво у полі №3 та №5. Це дасть змогу збільшити кількість гумусу в ґрунтах сівозміни на $167 \text{ т} : 3,5 \text{ т/га} \times 158,69 + 3,0 \times 145,97) \times 0,2 = 198,67 \text{ т}$;

➤ у 6 полі сівозміни вирощується соняшник, стебла та кошики якого подрібнюються та заорюються в ґрунт. Це дасть змогу збільшити кількість гумусу в ґрунті сівозміни на $11 \text{ т} : 0,6 \text{ т/га} \times 174,15 \times 0,14 = 14,63 \text{ т}$;

➤ в парове поле сівозміни вноситься гній, який виробляється у господарстві (2500 т). З цієї кількості гною на 1 га парового поля потрапить $14,32 \text{ т гною} : 2500 \text{ т} : 174,54 \text{ га} = 14,32 \text{ т/га}$. Після гуміфікації гною у ґрунті сівозміни потрапить 248 т гумусу ;

➤ в середньому на 1 га сівозмінної площі припадає: рослинних решток – 4,53; новоутвореного гумусу – 0,88 т; витрати гумусу – 1,44 т; баланс гумусу від’ємний – 0,56 т.

Узагальнюючи проведені розрахунки, можна зробити висновки про те, що загальна кількість органічної речовини недостатня для створення позитивного балансу гумусу в ґрунті сівозміни. Виходячи з цього, в господарстві доцільно збільшити поголів’я худоби, або використовувати гній, щоб збільшити його внесення в паровому полі до 30 т/га. Для цього необхідно мати додатково 1200-1500 т, з якого буде створено після гуміфікації 260 т гумусу. Запропоновані заходи дозволять збільшити кількість гумусу в ґрунтах

неполивної сівозміни 2 на 465 т, а його баланс стане позитивним.

На зрошуваних землях, на відміну від неполивних, завдяки прискореному освоєнню сівозмін, можливості проведення за несприятливих метеорологічних умов у будь-який час вегетаційного періоду зволожити ґрунт, отримати дружні сходи, провести своєчасний та якісний обробіток ґрунту, є можливість забезпечити кращу перезимівлю озимих культур, одержати максимальну окупність мінеральних добрив, пестицидів та інших ресурсів.

Моделювання зрошуваної сівозміни дозволило встановити, що баланс гумусу ґрунтів господарства позитивний – 3,8 т (табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Баланс гумусу в зрошуваній 5-пільній польовій зерно-просапній сівозміні, загальна площа сівозміни – 573,88 га, середній розмір поля – 114,78 га

№ поля	С.-г. культура	% в структурі сівозміни	Площа, га	Урожайність основної продукції, т/га	Поверхневі рештки на 1 га, т	Кореневі рештки на 1 га, т	Σ рослинних решток на 1 га, т	Утворення гумусу, т		Витрати гумусу, т		Баланс гумусу (±)
								на 1 га	на всю площу	на 1 га	на всю площу	
1	Кукурудза зерно	20	154,9	6,0	1,36	5,7	7,06	1,41	218,4	1,56	150,7	+67,7
2	Соя	20	103,0	2,5	0,95	1,79	2,74	0,69	71,1	1,50	144,9	-73,8
3	Кукурудза зерно	20	101,6	7,0	1,56	6,53	8,09	1,62	164,56	1,56	150,7	+13,8
4	Кукурудза МВС	20	117,1	45,0	0,84	5,85	6,69	1,14	133,5	1,47	142,0	-8,5
5	Ріпак озимий	20	97,2	3,0	2,26	4,29	6,55	1,11	107,9	1,07	103,3	+4,6
Всього		100	573,9		1,39	4,83	6,23	1,19	695,46	1,43	691,6	+3,8
Коефіцієнт варіації, %		–	–	143,0	40,6	39,0	32,8	29,4	40,3	14,4	14,7	–

Для створення позитивного балансу гумусу в ґрунті зрошуваної сівозміни необхідно удосконалювати елементи технології вирощування та оновлювати сортовий склад вирощуваних культур, стабілізувати та підвищувати їх урожайність, сприяти збільшенню надходження в ґрунт органічних речовин і гумусу.

В середньому на 1 га зрошуваної сівозмінної площі припадає: рослинних решток – 6,23; новоутвореного гумусу – 1,19 т; витрати гумусу – 1,43 т; баланс гумусу від’ємний – 0,24 т. Отже, в умовах зрошення відмічено зменшення дефіциту гумусу на 57,1% порівняно з умовами неполивної сівозміни.

Для підвищення родючості ґрунту, збільшення вмісту органічних речовин і гумусу соломі сої в полі №1 використовувати на органічне добриво. Це забезпечить надходження органічної речовини в ґрунт сівозміни, з якої буде

утворено додатково 72 т гумусу.

В полі №5 відразу після збирання ріпаку озимого на насіння в необроблюваний ґрунт висіваємо гірчицю на сидерат. При урожайності 10 т/га, після заорювання та гуміфікації сидератів у ґрунт надійде 164 т гумусу. Запропоновані заходи дозволяють збільшити запаси гумусу в зрошуваній сівозміні на 280,2 т.

У комплексі протиерозійних заходів провідна роль належить способам основного обробітку ґрунту. Зробивши аналіз економічних показників встановлено, що виробництво продукції рослинництва в цілому є прибутковим для господарства. З метою забезпечення раціонального використання, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, збереження екологічних функцій ґрунтового покриву та охорони довкілля на принципах дбайливого відношення до землі, використання її повинно бути довготерміновим, не менше двох-трьох ротаций сівозміни. Термін 5-8 років забезпечує раціональне використання неполивних і зрошуваних земель з виправданими капіталовкладеннями.

Для оптимізації землеустрою організаційно-господарські заходи (покращення структури посівних площ, виходячи з якісної характеристики земель, розміщення сівозмін тощо) не потребують додаткових капіталовкладень, а спеціальні агротехнічні прийоми та заходи, підвищують врожайність сільськогосподарських культур, попередять змив ґрунту та витрати поживних речовин. В боротьбі з забрудненням ґрунтового покриву продуктами хімічних засобів захисту рослин та мінеральних добрив першочергове значення необхідно надавати суворому дотриманню чергування сільськогосподарських культур в сівозмінах, технологій вирощування їх, норм та строків внесення пестицидів.

Слід підкреслити, що для посушливих умов Південного Степу України з високою посушливістю клімату та негативним проявом вітрової ерозії велике значення має використання штучно створених лісозахисних насаджень. Для зростання ефективності існуючих лісонасаджень, а також підвищення їх життєстійкості та поліпшення фітосанітарного стану необхідне комплексне

використання лісокультурних, лісогосподарських та лісозахисних заходів, серед яких першочерговими є: доповнення лісними культурами стокорегулюючих насаджень; періодичне відтворення лісних культур; всі лісонасадження потребують систематичних обстежень та виконання відповідних робіт з висаджування певних компонентів та захисту рослин.

Слід зауважити, що для стабілізації гумусового стану ґрунтів зрошуваних сівозмін Південного Степу України необхідно збільшити надходження в ґрунт органічних речовин за рахунок побічної продукції сільськогосподарських культур. Розрахунками доведено, що на локальному рівні від'ємний баланс гумусу за умов використання зрошення зменшується до 0,24 т/га або на 57,1%. Впровадження розробленої структури посівних площ і чітке дотримання порядку чергування культур у сівозмінах в комплексі з агротехнічними заходами забезпечує підвищення продуктивності одиниці посівної площі та вирішує гострі агроеліоративні проблеми.

За формування та оперативного коригування режимів зрошення сільськогосподарських культур на рівні господарства або сівозміни в умовах нестачі фінансових, технологічних, енергетичних, водних та інших видів ресурсів виникають ситуації, коли можливість подачі води буде меншою від потрібної згідно ресурсоощадного режиму зрошення. Це призводить до необхідності встановлення першочерговості поливів на окремих полях сівозмін та обумовлює необхідність встановлення чітких пріоритетів для кожної культури. В основу визначення пріоритету поля покладено мінімум втрат через недополив, пов'язаний з перенесенням поливу поля на більш пізній строк [262, 263].

Для визначення пріоритетності поливів на полях, що конкурують між собою, використовується показник питомої продуктивності поливної води в різні фази розвитку сільськогосподарських культур.

Питома продуктивність поливної води показує, які середні втрати врожаю (в кормових одиницях) припадають на 1 м³ води при зниженні

передполивної вологості нижче оптимальної вологості ґрунту. Цей показник для різних культур наведено в різні фази розвитку (рис. 4.7, додаток Д.3).

В Інституті зрошеного землеробства НААН в останні роки розроблено простий і загальнодоступний розрахунковий метод планування й управління режимом зрошення сільськогосподарських культур. Він базується на показниках середньодобового випаровування вологи рослинами по декадах вегетаційного періоду. Ці показники визначені за результатами власних багаторічних спостережень у польових дослідках для гібридів кукурудзи різної скоростиглості, а також по роках різної вологозабезпеченості (Писаренко В.А. та ін., 2005, 2007) [339-342].

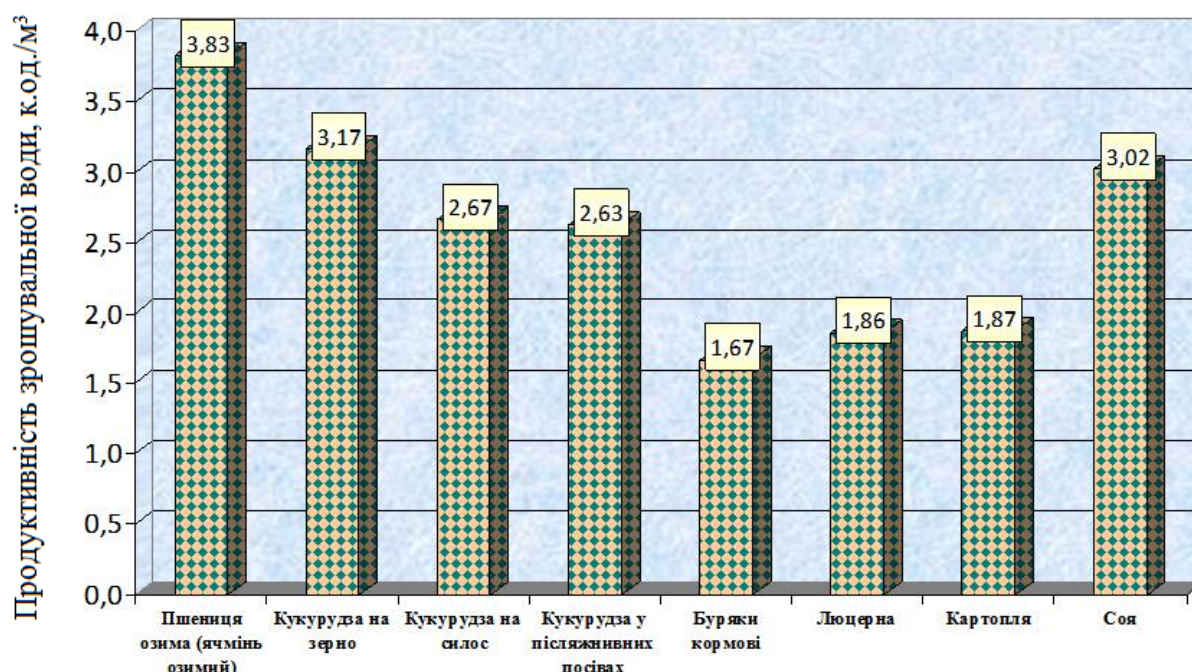


Рис. 4.7 Середні значення питомої продуктивності зрошувальної води [340] за вирощування сільськогосподарських культур при зниженні вологості ґрунту нижче критичних значень, к.од./м³

Принцип розрахунків при формуванні режиму зрошення культури розрахунковим методом у конкретному році має багато загального з його плануванням, однак має і відмінності, які стосуються кількості опадів і розподілу їх під час вегетації рослин.

З метою постійного контролю за динамікою вологозапасів під конкретною

культурою, або кількох у сівозміні, доцільно мати спеціальну відомість, в яку заносяться добові параметри витрат вологи рослинами та надходження її на поле. Враховуючи зниження запасів вологи за рахунок щоденного випаровування, контролюється кількість ефективної вологи. Віднімаючи від цього показника середньодобові витрати води і додаючи надходження за рахунок опадів – накопичується залишок легкодоступної вологи в ґрунті. При наближенні залишку доступної вологи до нуля призначається строк поливу.

В практиці зрошувального землеробства при застосуванні розрахункових методів важливе значення має отримання точної інформації щодо кількості атмосферних опадів. Помилки при їх визначенні можуть призвести до негативних наслідків. Контролювати достовірність розрахунків, при потребі, можна за допомогою інструментальних методів (в наших дослідженнях – термостатно-ваговим методом). Залежно від тривалості вегетаційного періоду культури, визначення фактичних вологозапасів достатньо проводити 1-2 рази за період вегетації.

Висновки до розділу 4

1. При науковому обґрунтуванні структури посівних площ і сівозмін необхідно враховувати ґрунтово-кліматичні умови, спеціалізацію господарства, планові обсяги виробництва продукції, рівень агротехніки та економічну ефективність вирощування кожної культури. Встановлено, що насичення короткоротаційних сівозмін зерновими культурами від 33,4 до 75,0%, а технічними, насамперед сої, від 25 до 66,6% відповідає специфіці окремо взятих зрошувальних систем та гарантує бездефіцитне постачання води на зрошувані масиви протягом поливного сезону.

2. Структуру посівних площ необхідно узгоджувати з водозабезпеченістю системи. За наявності зрошувальних систем з гідромодулем 0,3 л/с/га поливні землі можна насичувати вологолюбними культурами та культурами з режимом зрошення близьким до 40-45%; з гідромодулем 0,4 л/с/га – 60-70% і з 0,5 л/с/га – 75-80%. Співвідношення

озимих колосових культур та кукурудзи або сої 1:1, або пшениці більше, ніж кукурудзи забезпечує можливість витримати режим зрошення всіх культур. Із збільшенням питомої ваги кукурудзи в сівозмінах зрошувальні системи не завжди спроможні забезпечити оптимальний режим зрошення всіх культур.

3. Використання створеного спеціального програмно-інформаційного комплексу «Гідромодуль» має переваги з точки зору спрощення моделювання організаційно-господарських та агротехнічних заходів, підвищує ефективність використання дощувальних машин у системах зрошеного землеробства на взаємопов'язаних рівнях: поле (сільськогосподарська культура), сівозміна, господарство. Моделювання режимів зрошення для кожної культури сівозмін з врахуванням потужності технічних параметрів зрошувальних систем, дощувальних агрегатів та інших ланок виробничих систем дозволяє користувачам сформувати неукмплектований та укомплектований графіки штучного зволоження, скоординувати роботу окремих машин та персоналу з їх обслуговування, попередити непродуктивні витрати поливної води або зниження продуктивності рослин внаслідок недополиву. Виробниче впровадження розробки в умовах ТОВ «Сільськогосподарське підприємство «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області забезпечило зменшення витрат поливної води на 12-27%, підвищення чистого прибутку на 3,9-7,2 тис. грн/га та рентабельності на 34-57%.

4. Для стабілізації гумусового стану ґрунтів неполивних і зрошуваних сівозмін Південного Степу України необхідно збільшити надходження в ґрунт органічних речовин за рахунок побічної продукції сільськогосподарських культур, розміщувати соняшник в сівозмінах з високим рівнем інтенсифікації з можливістю компенсації органічних речовин в ґрунті іншими культурами. Моделювання показників вмісту гумусу та органічних речовин забезпечує можливість екологічного обґрунтування технологій вирощування сільськогосподарських культур.

5. Розрахунками доведено, що в умовах півдня України на локальному рівні від'ємний баланс гумусу в неполивних умовах дорівнює 0,56 т/га, а за

умов використання штучного зволоження зменшується до 0,24 т/га або на 57,1%. Впровадження розробленої структури посівних площ і чітке дотримання порядку чергування культур у сівозмінах в комплексі з агротехнічними заходами забезпечує істотне підвищення врожайності вирощуваних культур, захист ґрунтів від ерозії, зменшує забур'яненість полів, сприяє покращенню фітосанітарного та еколого-меліоративного стану неполивних і зрошуваних земель.

РОЗДІЛ 5

НАУКОВІ ЗАСАДИ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ НОРМУВАННЯ МАКРО- ТА МІКРОДОБРИВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

Система удобрення є складовою частиною організаційно-господарських і агротехнічних заходів, спрямованих на раціональне та ефективне використання мінеральних або органічних добрив. Вона являє собою план використання добрив, який складають на ротацію сівозміни з урахуванням норм, доз і способів внесення добрив, засобів хімічної меліорації у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах для одержання запрограмованої урожайності, високої якості продукції, стабілізації родючості ґрунту із забезпеченням охорони навколишнього середовища. Перед формуванням системи удобрення слід враховувати специфіку живлення та динамічні потреби рослин, які можуть залежати від біологічних особливостей, погодних умов, агротехніки вирощування тощо [12, 99, 176].

Згідно уявлень сучасної агрохімічної науки та досліджень багатьох вчених [13, 31, 35, 284, 430 та ін.] у живленні рослин, крім азоту, фосфору та калію приймають участь ще 76 елементів періодичної системи Менделєєва Д.І., які поділяють на дві великі групи – макро- та мікроелементи. Так, азот входить до складу амінокислот, хлорофілу, нуклеїнових кислот, фосфатидів, глікозидів, алкалоїдів, ферментів, рістактивуючих та інших речовин. Джерелом азоту для рослин є амонійні та нітратні його форми. Бобові культури можуть засвоювати азот з атмосфери за допомогою бульбочкових бактерій. Посилене азотне живлення сприяє розвитку асиміляційної поверхні та вегетативних органів рослин, підвищенню їх врожайності. Слід зауважити, що надмірне азотне живлення призводить до подовження вегетаційного періоду рослин, їх вилягання та накопичення нітратів у сільськогосподарській продукції.

Фосфор входить до складу органічних (нуклеїнових кислот, фосфопротеїдів, фосфатидів, фітину, лецитолу, цукрофосфатів) і мінеральних сполук (солей фосфорної кислоти). Фосфор засвоюється переважно кореневою системою рослин у вигляді іонів фосфорної кислоти. Рослини поглинають більше фосфору у першій половині росту, що дає їм змогу створити певний запас цього елемента. Недостатнє фосфорне живлення обумовлює затримку росту й розвитку рослин, уповільнює їх дозрівання, погіршення якості продукції і зменшення врожайності. Оптимальне фосфорне живлення збільшує врожайність і покращує якість продукції, підвищує стійкість рослин проти полягання і низьких температур [110, 276].

Калій міститься в рослинах переважно в мінеральній формі – у вигляді іонів. В такому вигляді він і поглинається рослинами. Найбільше калію споживають буряки, картопля, соняшник, гречка. Калій сприяє накопиченню цукрів, крохмалю, білків, він посилює посухо-, холодо- і морозостійкість, а також стійкість рослин проти шкідників, хвороб. Найбільше засвоєння NPK та інших макро- та мікроелементів відбувається в період інтенсивного росту рослин [12, 117, 200].

5.1 Нормування системи удобрення на зрошуваних землях

На кожному полі зрошуваних сівозмін формується неповторний екологічний стан, який обумовлений комплексом показників груп родючості ґрунту. Слід зауважити, що параметри екологічного стану ґрунту взаємопов'язані та взаємозумовлені. Цей чинник визначається структурно-функціональною єдністю ґрунту як цілісної орґано-мінеральної системи. При встановленні закономірностей та моделюванні параметрів родючості ґрунту треба враховувати всі екологічні показники його еколого-меліоративного стану.

З точки зору формування високого врожаю та якісної продукції, а також покращення родючості ґрунту, підвищення вмісту гумусу та органічної

речовини треба враховувати структурно-механічний стан ґрунтів, оскільки він значною мірою визначає основні властивості ґрунтів, їх стійкість до механічних впливів та адаптивну здатність до застосування зрошення тощо.

Фізичний стан ґрунтів визначає їх функціональні властивості та режими, які мають визначальне значення для забезпечення нормального росту й розвитку рослин. Крім того, важливими науковими та практичними питаннями є встановлення рівнів стійкості ґрунтів до механічних впливів та штучного зволоження [376]. Порушення стійкості ґрунтів до обробітку ґрунту та зрошення у багатьох випадках є негативним чинником, який в загальному сенсі може призвести до порушення функціонування всієї екосистеми зрошуваного землеробства (рис. 5.1).



Рис. 5.1 Структурна схема негативних чинників впливу на стійкість функціонування екосистеми зрошуваного землеробства [111]

Проблема стійкості ґрунтів до механічного впливу в науково-теоретичному аспекті знаходиться в області таких знань – загальної теорії стійкості систем, меліорації, ґрунтознавства, механіки ґрунтів, інженерної геології тощо. Крім того, стійкість ґрунтів до механічних впливів відноситься до глобальної проблеми сучасного сільського господарства, яку можна охарактеризувати в системі «технічні засоби – технологія – ґрунт – продуктивність сільськогосподарських культур – еколого-меліоративні показники». В практичному плані даний напрям належить до агрофізики та фізики екосистем, які спрямовані на дослідження дії та взаємодії технологічних засобів з ґрунтами, ґрунтовим покривом та агроекосистемою в цілому.

В процесі роботи техніки на сільськогосподарських угіддях створюється значна строкатість фільтраційних, водних, теплових та інших властивостей ґрунтів, що призводить до зменшення вмісту гумусу й органічних речовин, а значить – до зниження родючості ґрунтів. Причому такий негативний прояв практично неможливо компенсувати агротехнічними або агрохімічними заходами (обробіток ґрунту, внесення органічних і мінеральних добрив, застосування нових сівозмін тощо). Слід підкреслити, що надмірне антропогенне навантаження на поверхневі прошарки ґрунту можна послабити їх розпушуванням, проте надмірне напруження в нижніх горизонтах зрошуваних ґрунтів призводить до їх переущільнення, зокрема, до формування, так званої «плужної підосви».

Вирощування сільськогосподарських культур пов'язано з дією та взаємодією багатьох факторів, про що свідчить вплив природних та антропогенних умов. На рівні кожного господарства з метою підвищення екологічності агротехнічних і меліоративних заходів та способів ведення сільського господарства необхідно оцінювати їх вплив на ґрунти та агроекосистеми. На півдні України найбільш дієвим заходом покращення водного режиму ґрунту є зрошення, яке дає змогу оптимізувати умови ведення землеробства.

Багаторічними польовими дослідженнями Інституту зрошувального землеробства

НААН [190] та інших наукових установ України і світу доведено, що за рахунок штучного зволоження є можливість створювати сприятливі умови для реалізації потенційних можливостей сортів і гібридів, а також забезпечити істотне зростання обсягів виробництва валової продукції рослинництва з одиниці посівної площі за умов застосування науково обґрунтованої системи удобрення. Підвищення ефективності наукових досліджень та конкурентоспроможності наукових розробок у галузі зрошувального землеробства в південному регіоні України є вагомим важелем стабілізації виробництва аграрної продукції в умовах посушливого клімату та одним з пріоритетних напрямів державної політики.

Розроблено та постійно удосконалюються системи зрошувального землеробства, які дозволяють отримувати на високому фоні мінеральних добрив у 3-5 разів вищу урожайність сільськогосподарських культур, порівняно з неполивними умовами, а режими зрошення, зорієнтовані на біологічні та генетичні особливості сучасних сортів і гібридів, дозволяють економити 15-40% поливної води фактично без втрат урожаю (рис. 5.2).

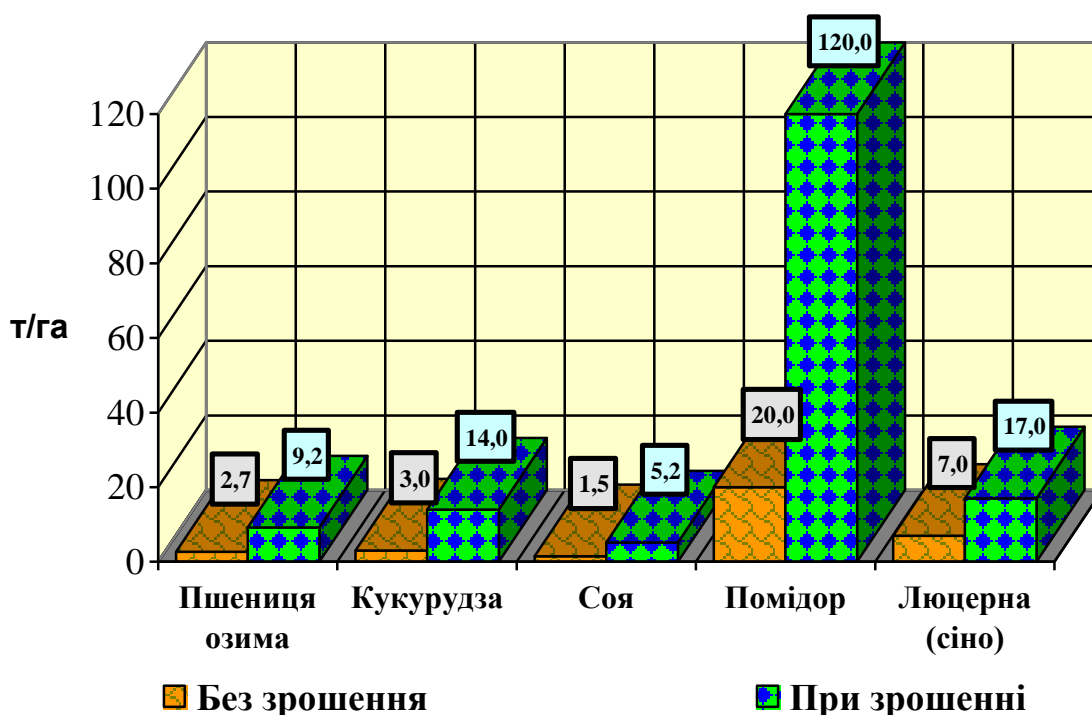


Рис. 5.2 Ефективність застосування зрошення в умовах півдня України при вирощуванні різних сільськогосподарських культур

Теоретичні розробки щодо оптимізації ґрунтових процесів на зрошуваних землях обґрунтовують наукові основи раціонального та екологічно-безпечного застосування добрив і меліорантів. Широкого розповсюдження набула нова ресурсозберігаюча система удобрення сільськогосподарських культур, яка щорічно впроваджується в Херсонській, Миколаївській та Дніпропетровській областях на площі понад 50 тис. га і забезпечує зменшення витрат мінеральних добрив на 24-72% порівняно з рекомендованими нормами.

При вирощуванні сільськогосподарських культур важливе значення має комплексний підхід до формування інтенсивних технологій, наприклад, взаємодії зрошення та мінеральних добрив, які при сумісному застосуванні забезпечують синергетичний ефект. Так, при вирощуванні в зрошуваній сівозміні Інституту зрошеного землеробства НААН різних за генетичним потенціалом сортів пшениці твердої та м'якої урожайність зерна становила на контрольних ділянках (без зрошення та без внесення добрив) відповідно 2,64-3,18 т/га у твердої форми і 3,24-3,57 т/га – у м'якої пшениці (рис. 5.3).

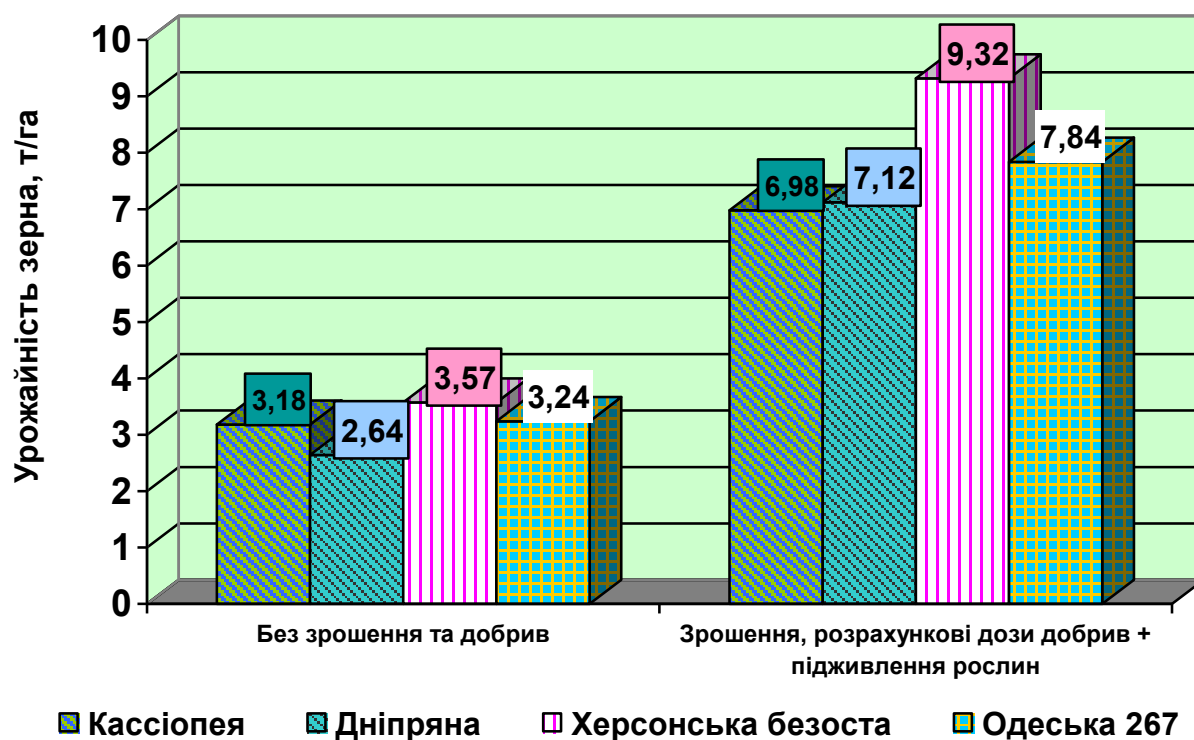


Рис. 5.3 Урожайність сортів пшениці озимої твердої та м'якої залежно від умов зволоження та фону мінерального живлення (середнє за 2012-2015 рр.)

Інтенсифікація технології вирощування (оптимальний режим зрошення, внесення добрив розрахунковими дозами, проведення підживлень хелат-добривами) сприяє істотному зростанню врожайності пшениці озимої – у твердої до 6,98-7,12 т/га (або на 54,4-62,9%), а у м'якої форми – до 7,84-9,32 т/га (на 58,7-61,7%).

Впровадження наукових розробок у виробничі системи Південного Степу України дозволяє підвищити ефективність функціонування водогосподарського комплексу і зрошуваного землеробства південного регіону в цілому, більш раціонально розподіляти кошти. Ресурсозберігаюча система удобрення сільськогосподарських культур з використанням оптимальних параметрів вмісту елементів живлення у ґрунті впроваджена на площі 57,5 тис. га. При цьому економія ресурсів у середньому складала 150 грн/га. В Херсонській області впроваджується технологія вирощування помідорів із застосуванням у технологічному процесі сортів власної селекції. Вона забезпечила максимальну врожайність 115 т/га плодів, з умістом сухих речовин у плодах до 7%. Обсяг впровадження – 1600-2500 га з перспективою розширення до 10 тис. га.

5.2 Наукове обґрунтування застосування мікродобрив на зрошуваних землях

Для забезпечення оптимального режиму живлення рослин крім макроелементів (азот, фосфор, калій), також необхідні мікроелементи. Мікроелементами називають, головним чином, метали, які залучаються в біохімічні процеси та оптимальний вміст яких знаходиться в дуже вузькому діапазоні. Дефіцит мікроелементів у ґрунті призводить до порушення різних фізіологічних процесів, зниження активності ферментів, відставання у рості й розвитку рослин, послаблення їх стійкості до несприятливих умов зовнішнього середовища [421].

Основним джерелом мікроелементів для рослин є: ґрунт, а також надходження з органічними і мінеральними добривами. Тривале застосування

їх в умовах зрошення підвищує концентрацію рухомих форм мікроелементів (марганець, цинк, мідь, залізо) в 1,1-1,8 рази. Водночас споживання цих елементів рослинами (винос з урожаєм) зростає в 1,5-2,5 рази. Тобто, вміст мікроелементів у ґрунті досить динамічний. Їх кількість, що надходить з добривами, необхідно контролювати більш уважно, ніж кількість макроелементів. Різниця між дефіцитом і токсичним рівнем деяких мікроелементів дуже мала. Тому їх можна вносити тільки тоді, коли є впевненість у їх необхідності і точно відомо, скільки можна вносити [35].

До мікроелементів відносять Mn, Fe, Co, Cu, Zn, B, Mo, V, Os, Ni, Ag. Відповідно до цього мікродобрива прийнято поділяти на марганцеві, мідні, цинкові, борні, молібденові тощо. За агрегатним станом вони поділяються на тверді та рідкі. Тверді мікродобрива відповідно до їх розчинності бувають водорозчинними, розчинними в органічних (лимонній, оцтовій) та мінеральних кислотах [97].

Мікроелементи беруть участь в усіх життєво важливих процесах рослин, таких як фотосинтез, дихання, окислювально-відновні процеси, ферментативна діяльність, ріст і розвиток рослин, нуклеїновий та білковий синтез вітамінів та ростових речовин, а також вони регулюють стан протоплазми та надходження іонів. Застосування їх у рослинництві дає можливість регулювати у потрібному напрямку врожайність культур та якісні показники за рахунок підвищення вмісту білка, вуглеводів, жирів, вітамінів, мінеральних елементів. Водночас мікроелементи проявляють себе як активатори, що прискорюють біохімічні та фізіологічні процеси, або як регулятори окислювально-відновних процесів, тобто виступають активаторами ряду ферментів [97].

При дефіциті бору в ґрунті відмирають точки росту, молоде листя світліє, на верхівках з'являються ознаки хлорозу, слабке цвітіння. У люцерни червоні верхнє листя, точки росту відмирають, зав'язь відпадає. У кукурудзи при нестачі бору на листях утворюються білі плями. В подальшому вони засихають. Зерно, яке формується – приплюснуте.

Найбільш поширеними мікродобривами є борні: борна кислота (17,2% д.

p.); борний концентрат (20% д. р.); бура (11,3% д. р.); борний гранульований суперфосфат. Позитивний вплив бору проявляється майже на всіх сільськогосподарських культурах, за винятком зернових колосових (жито, пшениця, ячмінь, овес). Борні добрива вносяться як у ґрунт (борний концентрат, борний гранульований суперфосфат, осаджений борат магнію), так і в позакореневе підживлення (борна кислота, бура). Можливе використання і для передпосівного обробітку насіння (борна кислота) [99].

Молібденовим добривам належить велика роль у підвищенні урожайності бобових культур. Рослини люцерни при молібденовому голодуванні мають світло-жовте листя з темно-зеленими жилками. Старе листя – червоно-коричнєве з закрученими краями, має в'ялий вигляд. Рослини сої за дефіциту молібдену мають блідо-зелене листя з синім відтінком. Найбільш поширені молібденові добрива: молібдат амонію (50% д. р.); молібдат амонію-натрію (36%) д. р.); молібденовий суперфосфат (0,2% д. р.). Більшість з'єднань молібдену – розчинні у воді. Тому, їх краще застосовувати у позакореневе підживлення. Молібденовий суперфосфат доцільно вносити у ґрунт [99].

Цинк належить до помірно токсичних елементів. При його нестачі у рослині зменшується вміст ауксинів, сахарози та крохмалю. Цинкове голодування рослин проявляється у пожовтінні листя і появі хлоротичних плям з характерним бронзовим відтінком. Основними цинковими добривами є сульфат цинку (25% д. р.), який використовується для позакореневого підживлення та цинкове полімікродобриво (ПМД) – відходи виробництва цинкових білил (20% д. р.), яке застосовують для внесення у ґрунт. Сульфат цинку можна вносити й з насінням. Для цього на 1 ц насіння його витрачають 40-50 г (0,05% розчин з витратою 400-500 л на 1 га).

Мідь посилює засвоєння азоту із ґрунту та добрив, підвищує здатність рослин протистояти виляганню, збільшує їх посухо-, морозо- та жаростійкість. Дефіцит міді затримує ріст та цвітіння рослин, викликає хлороз і втрату тургору. У злаків при гострій нестачі біліють кінчики і не розвивається колос.

Найбільш чутливі до внесення міді злакові культури, трави, льон, коренеплоди. За мідного голодування застосовують, в основному, мідний купорос (25,5% д. р.) і піритно-колчеданові недогарки (0,3-1,0%) д. р.). Останній вносять під основний обробіток ґрунту (5-6 ц/га). Мідний купорос використовують для позакореневого підживлення [46].

Марганцеве голодування у рослин проявляється у хлоротичних плямах між жилками. Хвороба злаків (вівса, пшениці, жита, проса, ячменю) при дефіциті марганцю носить назву «сіра плямистість». У сільському господарстві в якості марганцевих добрив застосовують сульфати марганцю (24,6% д. р.), марганцевий шлак (9-15% д. р.) і марганізований суперфосфат (1,5-2% д. р.). Сульфат марганцю використовують для внесення під основний обробіток ґрунту (норма 5-15 кг/га) та для позакореневого підживлення рослин (0,1-0,5% розчином).

При плануванні застосування мікродобрив слід пам'ятати, що деякі необхідні елементи живлення (Cu, Mo і Zn) та інші елементи (As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se) можуть бути токсичними. Високі концентрації одного або декількох із цих елементів можуть зустрічатися у природі (дуже рідко) або бути результатом антропогенної активності при внесенні відходів у якості добрив (у тому числі гній, осади стічних вод, відходи промисловості) [31].

Надлишок заліза у ґрунті приводить до гальмування ростових процесів. Листя жовтіє, коріння відмирає. Характерною ознакою надлишку цинку є повне пожовтіння молодого листя. Прожилки червоніють, старе листя опадає без в'янення. Загальна ознака надлишку марганцю для більшості культур – між жилками листя з'являються темно-коричневі або білі некротичні плями. Хлороз нижнього листя з темними плямами. Ознаки надлишку бору – на краях листя з'являється хлороз. У подальшому все листя біліє, а його краї закручуються [167].

Різні культури містять у своєму складі неоднакову кількість мікроелементів. У зернових культурах значно менше бору й молібдену, ніж у бобових, буряках цукрових і соняшнику. Бобові рослини (горох, чина,

люцерна) характеризуються порівняно високим умістом молібдену, який сприяє фіксації азоту атмосфери бульбочковими бактеріями. Порівняно з іншими мікроелементами марганець в рослинах міститься у відносно великій кількості. Це пояснюється як біологічними його особливостями, так й умістом у ґрунті. Кобальт знаходиться в рослинах у невеликій кількості.

Більшість мікроелементів є складовою частиною ряду важливих ферментів. Наприклад, мідь входить до складу таких ферментів, як поліфенолоксидаза та аскорбіноксилаза. Молібден входить до складу ферменту нітратредуктази, без якого рослина не може засвоювати нітратний азот і синтезувати з нього амінокислоти і білки. Цинк входить до складу ферменту карбоангідрази. Активність дихання і швидкість окислювально-відновних процесів збільшується під впливом марганцю, цинку, міді та молібдену [97].

Мікроелементи впливають на синтез вітамінів, гормонів, хлорофілу, білків, жирів, органічних кислот та інших біологічно важливих речовин. Цим і визначається позитивна дія мікроелементів не тільки на урожай, але і на якість сільськогосподарської продукції. Деякі мікроелементи стимулюють ріст рослин. Наприклад, бор посилює ріст кореня, а також пересування ростових речовин.

Мікроелементи бор, молібден і марганець прискорюють розвиток рослин і дозрівання насіння. Це важливо для зрошуваного землеробства, де вирощуються післяукісні та післяжнивні зернові культури. Марганець і мідь підвищують стійкість рослин до полягання, а бор – солестійкість. На засолених ґрунтах, які характерні для зони зрошення півдня України, марганець, цинк і мідь значною мірою посилюють солестійкість рослин. Це пояснюється впливом мікроелементів на вміст гідрофільних колоїдів у клітинах і зменшенням проникності плазми [99].

Мікроелементи відіграють важливу роль у боротьбі з деякими хворобами рослин. При нестачі марганцю овес, ячмінь, пшениця та інші злаки хворіють сірою плямистістю. Мідь зменшує ризик ураження рослин грибовими захворюваннями. Наприклад, обробка рослин картоплі солями міді знижує

захворювання цієї культури фітофторою і ризоктонією. Мікроелементи рослинам потрібні у дуже невеликих кількостях, але їх нестача (або надлишок) негативно впливає на урожай та якість сільськогосподарської продукції.

Кількість мікроелементів у ґрунті залежить від ступеня окультуреності його та умов ґрунтоутворення. Велике значення має вміст мікроелементів у материнській породі, на якій утворився ґрунт. Чим більше їх у материнській породі, тим більше, як правило, мікроелементів у ґрунті. В той же час промивний режим зрошення може призводити й до вимивання окремих мікроелементів, особливо з верхнього гумусового горизонту. Вміст мікроелементів може й збільшуватися за рахунок накопичення в ґрунті органічної речовини [97].

В середньому ґрунти півдня України мають наступні загальні запаси мікроелементів (в мг на 1 кг сухого ґрунту): бору – 1,5-35; кобальту – 0,4-2,0; міді – 1,5-20; молібдену – 0,2-4,5; цинку – 20-45; марганцю - 8-1500. Проте загальні запаси мікроелементів у ґрунті не відображають доступність їх рослинам. Про рівень забезпеченості можна судити лише за вмістом у ґрунті рухомих форм мікроелементів [99].

Проведені узагальнення й систематизація даних щодо вмісту рухомих форм важких металів (у т.ч. й мікроелементів) дали змогу встановити особливості динаміки їхнього вмісту. В зрошуваних ґрунтах (орний шар) у багаторічній динаміці вмісту рухомих форм мікроелементів виявлено декілька етапів:

1) підвищення вмісту (перші 2-4 роки зрошення), що пов'язане зі змінами ґрунтових процесів;

2) стабілізація концентрацій (фіксується після закінчення 8-12 років зрошення), що пов'язане з формуванням нової динамічної рівноваги;

3) зниження вмісту мікроелементів, що пов'язане з міграцією (водною та біологічною) з орного шару.

Це дає можливість вважати, що вміст мікроелементів у зрошуваних ґрунтах зумовлюється поєднанням біологічного кругообігу, геохімічного

виносу та антропогенного впливу.

За узагальненими даними в орному шарі чорнозему південного і темно-каштанового ґрунту на зрошенні вміст рухомих форм основних мікроелементів коливається (за шкалою І.Г. Важеніна) від низької забезпеченості рослин до середньої.

Нижче наводимо опис умісту окремих мікроелементів у зрошуваному ґрунті півдня України: мідь у ньому акумулюється в гумусовому шарі та знаходиться у вигляді органо-мінеральних комплексів, а частково – обмінно-поглиненому стані.

Зрошені ґрунти Сухого Степу за забезпеченістю рухомими формами міді коливаються від низької до середньої. Слід зауважити, що зі зростанням лужності ґрунтового розчину її доступність рослинам зменшується. Таким чином (підлучення зрошуваного ґрунту у літній період – характерна риса даної зони) застосування мідних мікродобрив, навіть на фоні середньої забезпеченості рослин цим елементом, може бути ефективним [430].

Цинк – у найбільшій мірі рухомий цинк знаходиться в гумусово-аккумулятивному горизонті ґрунту. За узагальненими даними в орному шарі зрошуваних ґрунтів півдня України вміст рухомих форм цинку відповідає низькій забезпеченості рослин. Його кількість коливається у межах від 0,24 до 3,62 мг/кг ґрунту. Найменший вміст рухомого цинку відмічається у карбонатних ґрунтах з нейтральною або слабколужною реакцією ґрунтового розчину.

Кобальт – валові запаси цього мікроелемента у ґрунтах незначні – 0,4-2,0 мг/кг. Основна частина кобальту міститься в обмінно-поглинутому стані. Кількість рухомих форм кобальту в ґрунтах Сухого Степу знаходиться у межах 0,20-0,35 мг/кг, що відповідає низькій забезпеченості рослин цим мікроелементом.

Марганець – кількість обмінних і водорозчинних його форм у ґрунті протягом вегетаційного періоду неоднакова. При насиченні ґрунту вологою при поливах вміст водорозчинного і обмінного марганцю збільшується. Зміни

водно-фізичних властивостей ґрунту (реакція середовища, аерація, вологість) істотно впливають на окислювально-відновні процеси, визначають динаміку рухомих форм марганцю і доступність його рослинам. У темно-каштанових зрошуваних ґрунтах уміст рухомих його форм складає 21-35 мг/кг, тобто середня забезпеченість рослин цим елементом [97].

Проведений баланс мікроелементів у зрошуваних ґрунтах свідчить про те, що головною й найважливішою статтею їх надходження виступають органічні добрива. Приходні статті за рівнем значущості в загальному балансі створюють такий ряд: органічні добрива – опади – зрошувальна вода – мінеральні добрива. В цілому ж тривале застосування мінеральних і органічних добрив в умовах зрошення, істотно не впливаючи на валовий уміст, спричиняє деяку тенденцію підвищення концентрацій рухомих форм цинку, міді, заліза та марганцю, але суттєво не покращує забезпеченість рослин цими мікроелементами. Дослідження, які проведено на зрошуваних землях півдня України, свідчать, що ефективність мікродобрив у значній мірі залежить від їх умісту в ґрунті, його гранулометричного складу, засоленості орного шару, сільськогосподарської культури та рівня її продуктивності [83].

Слід відзначити, що позакореневе підживлення капусти мікроелементами, яка вирощувалася на чорноземі важкосуглинковому, в усіх варіантах збільшувало її урожайність на 4,6-13 т/га, що обумовлено істотним зростанням інтенсивності продукційних процесів культури та позитивною дією штучного зволоження та супутніх чинників підвищення продуктивності продукційного процесу росли (табл. 5.1). При цьому найбільш високу прибавку врожаю забезпечувало застосування комплексного препарату «Реаком», до складу якого входять марганець, цинк, молібден, бор, кобальт та мідь. Застосування мікроелементів дозволяє вирішити проблеми низької продуктивності сільськогосподарських культур. Крім того, їх використання забезпечує підвищення якості рослинницької продукції, має опосередковану дію з точки зору інтегрованого захисту рослин, оскільки підвищує імунітет та стійкість за відношенням до впливу шкідливих організмів.

Таблиця 5.1

Вплив позакореневого підживлення мікроелементами на урожай та якість капусти білокачанної (середнє за 2005-2007 рр.)

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Приріст, т/га	Вміст загального цукру, %	Вміст аскорбінової кислоти, мг %
1	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₉₀ (фон)	56,5	–	4,71	27,6
2	Фон+підживлення в 2 строки марганцем	62,8	6,3	4,61	29,2
3	Фон+підживлення в 2 строки цинком	61,1	4,6	4,54	29,4
4	Фон+підживлення в 2 строки молібденом	64,5	8,0	4,47	27,0
5	Фон+підживлення в 2 строки марганцем, цинком та молібденом	66,3	9,8	4,45	30,8
6	Фон+підживлення в 2 строки «Реаконом»	69,5	13,0	4,23	26,1
НІР ₀₅ , т/га		4,6			

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з к.с.-г.н. Ківером Г.Ф., к.с.-г.н. Лютою Ю.О. Аналіз і узагальнення результатів – автора

В той же час застосування комплексного мікродобрива Вуксал Комбі Б (у складі якого магній, бор, мідь, залізо, марганець, молібден і цинк) у позакореневе підживлення ріпаку озимого, який вирощувався на темно-каштановому середньосуглинковому слабосолонцюватому ґрунті, не забезпечувало достовірного приросту врожаю (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Ефективність мікродобрив на посівах ріпаку озимого (середнє за 2005-2007)

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Приріст, т/га	Вміст олії, %	Збір олії, т/га
	Без добрив	1,84	–	34,82	0,67
2	N ₉₀ P ₉₀ – рекомендована норма	3,15	1,31	38,88	1,43
3	Розрахункова норма мінеральних добрив ^{*)}	3,26	1,42	38,75	1,41
4	Вуксал Комбі Б	3,34	1,50	39,50	1,53
НІР ₀₅ , т/га		0,16			

Примітка: ^{*)} – розрахункова норма азоту становила 162 кг/га на програмовану врожайність насіння ріпаку озимого 3,0 т/га. Експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Гусевим М.Г., к.с.-г.н. Войташенком Д.П. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Дослідження свідчать про те, що проведення позакореневого підживлення комплексним мікродобривом (Вуксал Мікроплант) пшениці озимої у фазу колосіння істотно не впливало на її урожайність, але сприяло поліпшенню якості зерна. При цьому зростала його скловидність, а у борошні вміст клейковини підвищувався на 1,4% порівняно з аналогічним варіантом без застосування мікродобрив (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Ефективність мікродобрив на посівах пшениці озимої
(середнє за 2005-2007)**

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Приріст, т/га	Скловидність, %	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %
1	Без добрив	3,77	–	53	10,9	22,4
2	N ₉₀ P ₉₀ – рекомендована норма	4,96	1,19	54	10,4	22,6
3	Розрахункова норма мінеральних добрив	5,35	1,58	64	11,2	27,4
4	Вуксал Мікроплант	5,62	1,85	59	11,4	28,8
NIP ₀₅ , ц/га		0,29				

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Нетісом І.Т., к.с.-г.н. Зайцем С.О. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Аналіз продуктивності пшениці озимої при позакореновому підживленні її комплексним мікродобривом (Вуксал Мікроплант) свідчить, що застосування його на фоні оптимальної дози внесення мінеральних добрив (N₉₀P₉₀) сприяє зростанню врожайності зерна досліджуваної культури на 2,1 ц/га та вмісту клейковини у борошні на 3,0% порівняно з аналогічним варіантом.

Встановлено, що підживлення пшениці озимої навіть комплексним мікродобривом на фоні внесення гною не забезпечує істотного впливу на продуктивність цієї культури (табл. 5.4).

Таким чином, слід мати на увазі, що висока ефективність мікродобрив досягається тільки при їх застосуванні на фоні мінеральних добрив (NPK). Це явище пов'язано з ефектом синергізму, тобто підсилення дії та взаємодії окремих чинників на продуктивність сільськогосподарських культур за їх

сумісного використання.

Отже, за результатами наших досліджень доведено, що для отримання найвищої продуктивності зрошення необхідно узгодження систем удобрення як за наявністю макроелементів, так і забезпечення рослин мікроелементами.

Таблиця 5.4

Продуктивність пшениці озимої при застосуванні мікродобрив на різних фонах живлення (середнє за 2005-2007)

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Приріст, т/га	ІДК	Вміст клейковини, %
1	Без добрив і мікродобрив	4,36	–	110	18,4
2	P ₉₀	4,85	0,29	90	18,5
3	N ₉₀	4,41	0,05	95	18,9
4	N ₉₀ P ₉₀	4,84	0,48	80	23,1
5	N ₉₀ P ₉₀ + гній	5,05	0,69	80	26,6
6	Без добрив + мікродобрива	4,31	–0,05	95	18,6
7	P ₉₀ + мікродобрива	5,01	0,65	93	18,8
8	N ₉₀ + мікродобрива	4,51	0,15	91	18,9
9	N ₉₀ P ₉₀ + мікродобрива	5,05	0,6,9	80	26,1
10	N ₉₀ P ₉₀ + гній + мікродобрива	5,00	0,6,4	83	26,5
НІР ₀₅ , ц/га		0,15			

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Філіп'євим І.Д., д.с.-г.н. Гамаюною В.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

5.3 Моделювання показників вмісту рухомих форм мікроелементів за тривалого зрошення та розробка заходів збереження родючості ґрунту

Аналіз продуктивності зрошення вказує на те, що врожайність сільськогосподарських культур на тривало зрошуваних землях має тенденцію до зниження. Більшість вчених-меліораторів [113, 262, 269, 398, 428 та ін.] це

пов'язує зі зміною властивостей ґрунтів під впливом антропогенних факторів. Однією з причин зниження врожаю сільськогосподарських культур може бути зменшення кількості доступних рослинам мікроелементів у ґрунті.

Слід враховувати закон землеробства – закон «зниклих» мікроелементів. Згідно нього при систематичному внесенні азотних добрив зникає мідь, фосфорних – цинк, а калійних – молібден. В умовах зрошення, де винос мікроелементів досить високий, процес їх втрати може істотно посилюватися. В той же час кількість рухомих мікроелементів може й не змінюватися за рахунок привнесення їх з поливною водою та розвитком специфічних для умов зрошення внутрішньоґрунтових процесів (зокрема, підвищення рН ґрунтового розчину, зміна концентрації та іонно-сольового його складу, руйнування первинних мінералів тощо). Тобто, визначення закономірностей змін вмісту мікроелементів у ґрунті, параметрів його показників в умовах сучасного ґрунтоутворення є актуальною проблемою аграрної науки в галузі меліорації, зрошувального землеробства, екології та ін.

Метою досліджень було встановити закономірність змін вмісту мікроелементів у ґрунті при тривалому зрошенні та систематичному застосуванні як окремих видів добрив (азотних, фосфорних, калійних), так і різних систем удобрення (мінеральної, органо-мінеральної) в конкретних агро-меліоративних умовах [4, 36, 52, 280, 348].

Відповідно до мети вирішували наступні задачі:

- встановити вплив тривалого зрошення на вміст мікроелементів, його зв'язок з меліоративним станом ґрунту;
- встановити вплив окремих видів добрив (азотних, фосфорних, калійних) на вміст мікроелементів у ґрунті;
- вивчити вміст мікроелементів при застосуванні різних систем удобрення та гіпсування у зрошуваній сівозміні;
- вивчити вміст мікроелементів у поливних водах;
- ефективність мікродобрив в умовах зрошення при застосуванні їх на фоні систематичного внесення окремих елементів живлення;

- встановити закономірності змін вмісту мікроелементів у темно-каштановому ґрунті в умовах тривалого зрошення та систематичного внесення мінеральних і органічних добрив;
- розробити прогноз змін вмісту мікроелементів у зрошуваних ґрунтах півдня України.

Враховуючи вищесказане, можна стверджувати, що вивчення закономірностей змін вмісту мікроелементів у ґрунті має вагомим наукове й практичне значення, особливо за вивчення в системному комплексі факторів, які існують у сучасному ґрунтоутворенні в стаціонарних дослідках в умовах тривалого зрошення і систематичного внесення добрив.

Для моделювання були використані результати досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН [190], які були проведені в трьох стаціонарних дослідках (тривалість зрошення 39 років) на темно-каштановому середньо-суглинковому ґрунті в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи. В ґрунті визначали вміст загальних і рухомих мікроелементів (Zn, Cd, Cu, Fe, Pb, Mo).

Ця робота була продовженням попередніх досліджень родючості зрошуваних ґрунтів у стаціонарних дослідках Інституту зрошуваного землеробства НААН з використанням вихідних даних вмісту мікроелементів. Стаціонари з систематичним внесенням добрив були закладені в 1968-1974 рр. Початок зрошення співпадає з початком закладання дослідів.

Розробка заснована на результатах досліджень у стаціонарному досліді, який був закладений у 1968 році у дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН [190], розташованому в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи. Об'єктом наших досліджень був зрошуваний темно-каштановий ґрунт 7-пільної сівозміни: люцерна, люцерна, люцерна, озима пшениця, кукурудза на зерно, кукурудза на силос, озима пшениця. За варіантами досліді після внесення мінеральних добрив відбирали зразки ґрунту, в якому стандартними методами визначається вміст рухомих елементів живлення рослин (нітратний азот за Грандваль-Ляжем, аміачний азот колориметрично з реактивом Неслера,

рухомий фосфор за Мачигінім) та співвідношенням мінерального азоту ($N - NO_3 + N - NH_4$) до рухомого фосфору на основі математичних моделей.

Мінеральні добрива (аміачна селітра, суперфосфат, калійна сіль) застосовували під кожен культуру сівозміни. Щорічне їх внесення у середньому становило: азоту – 92,3 кг, фосфору – 65,7 кг і калію – 38,6 кг на гектар сівозмінної площі. Схема досліду наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Вміст рухомих елементів живлення у темно-каштановому ґрунті при систематичному внесенні мінеральних добрив, шар ґрунту 0-30 см (середнє за 2007-2009 рр.)

№ п/з	Варіант	Азот ($N-NO_3+N-NH_4$)	Фосфор (P_2O_5)	Калій (K_2O)	Співвідношення (N : P)
1	Без добрив	0,73	1,39	25,6	1 : 1,9
2	N	1,78	1,42	23,3	1 : 0,8
3	NK	1,91	1,53	24,4	1 : 0,8
4	P	0,73	4,70	26,0	1 : 6,4
5	PK	0,75	4,49	28,8	1 : 6,0
6	NP	1,88	4,32	23,8	1 : 2,3
7	NPK	2,04	4,29	28,1	1 : 2,1

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з к.с.-г.н. Мелашичем А.В., к.с.-г.н. Сафоновою О.П. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Метали, які містяться у ґрунті, воді та інших елементах екосистеми, в процесі еволюції біосфери залучалися до біохімічних процесів та стали необхідними учасниками найважливіших біологічних функцій, як компоненти протеїнів, гормонів і ферментів.

Метали, які залучаються в біохімічні процеси та оптимальний вміст яких знаходиться в дуже вузькому діапазоні значень, відносять до мікроелементів. Слід зауважити, що дефіцит мікроелементів у ґрунті призводить до порушення фізіологічних процесів, зниження активності ферментів, відставання у рості й розвитку рослин, послаблення їх стійкості до несприятливих умов зовнішнього середовища.

Результати визначення вмісту мікроелементів у ґрунті наведено в таблиці 5.6. Доведено, що основним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт, а також надходження з органічними, мінеральними добривами та мікродобривами. Тривале застосування мінеральних і органічних добрив в умовах зрошення підвищує концентрацію рухомих форм марганцю, цинку, міді та заліза в 1,1-1,8 рази. Водночас споживання цих елементів рослинами (винос з урожаєм) зростає в 1,5-2,5 рази. Тобто, вміст мікроелементів у ґрунті досить динамічний і вимагає постійного спостереження для можливостей коригування доз добрив шляхом внесення необхідних мікроелементів з добривами або шляхом підживлення у період вегетації. В зв'язку з тим, що різниця між дефіцитом і токсичним рівнем деяких мікроелементів неістотна, виникає необхідність проведення прогнозування їх динаміки під впливом природних та агротехнічних чинників. Тому дослідження з цього напрямку є актуальними, мають вагоме наукове й практичне значення.

Таблиця 5.6

Вміст рухомих цинку і міді у темно-каштановому ґрунті при різних співвідношеннях мінерального азоту до рухомого, шар ґрунту 0-30 см (середнє за 2007-2009 рр.)

Варіант	Співвідношення (N : P) у ґрунті	Zn		Cu	
		мг/кг ґрунту			
		фактичний вміст	розрахунковий вміст	фактичний вміст	розрахунковий вміст
Без добрив	–	1,41	–	0,22	–
N	1 : 0,8	1,62	1,72	0,05	0,02
NK	1 : 0,8	1,58	1,72	0,04	0,02
P	1 : 6,4	1,32	1,29	0,25	0,27
PK	1 : 6,0	1,34	1,30	0,23	0,26
NP	1 : 2,3	1,46	1,49	0,14	0,11
NPK	1 : 2,1	1,40	1,50	0,14	0,10

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з к.с.-г.н. Мелашичем А.В., к.с.-г.н. Сафоновою О.П. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Мікроелементи беруть участь в усіх життєво важливих процесах рослин, таких як фотосинтез, дихання, окислювально-відновні процеси, ферментативна діяльність, ріст і розвиток рослин, нуклеїновий та білковий синтез вітамінів

та ростових речовин, а також вони регулюють стан протоплазми і надходження іонів. Застосування їх у землеробстві й рослинництві забезпечує можливість регулювання рівнів урожайності сільськогосподарських культур, а також якісних показників рослинницької продукції, зокрема за рахунок підвищення вмісту білка, вуглеводів, жирів, вітамінів, мінеральних елементів тощо. Водночас мікроелементи проявляють себе як активатори, що прискорюють біохімічні та фізіологічні процеси, або як регулятори окислювально-відновних процесів з активуванням ряду ферментів.

Дослідами в різних ґрунтово-кліматичних зонах доведено, що під впливом позитивної дії мікроелементів збільшується стійкість рослин до грибкових та бактеріальних хвороб, послаблюється вплив несприятливих умов навколишнього середовища (дефіцит вологи, коливання температури, суховії тощо). Для збільшення вегетативної маси та вмісту сухої речовини кожна рослина потребує певної кількості елементів живлення. Оптимізація поживного режиму ґрунту й підвищення ефективності використання добрив безпосередньо пов'язані із забезпеченням їх певним співвідношенням в ґрунті між макро- та мікроелементами. Особливо помітно роль мікроелементів зростає при вирощуванні сільськогосподарських культур за інтенсивною технологією на зрошуваних землях. Науково обґрунтоване застосування мікродобрив у сільськогосподарському виробництві базується, головним чином, на аналізі показників вмісту металів у ґрунті. Доведено, що кількість мікроелементів у ньому визначає наявність їх у рослинах, впливає на продуктивність культур і якість продукції. Основним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт, а також надходження їх з добривами.

До одного з найважливіших показників кислотності ґрунтового розчину, який заходиться у рівновазі з колоїдами ґрунту, відносять рН ґрунту. Розчинність більшості мікроелементів живлення і потенційно токсичних елементів (Cd, Ni, Pb) істотно залежить від величини рН. Для більшості елементів їх розчинність зростає із збільшенням кислотності. Виключенням є молібден, доступність якого зростає при $\text{pH} > 7,0$.

Зростання вмісту органічної речовини в ґрунті супроводжується збільшенням доступності рослинам мікроелементів. Закон агрохімії вимагає для підтримання родючості повертати у ґрунт не тільки ті елементи, які засвоюються, виносяться урожаєм і вимиваються водою, а й засвоювані елементи, які «зникають» внаслідок внесення добрив. Тобто, щоб запобігти виснаженню ґрунту, потрібно повертати до його складу доступні елементи, вміст яких істотно зменшився внаслідок застосування чотирьох головних елементів живлення – N, P, K, Ca.

Визначення вмісту рухомих форм мікроелементів і важких металів у ґрунтах, які зрошувалися 36-39 років, свідчить про те, що за використання іригаційної води другого класу (Інгулецька зрошувальна система) для орного шару характерною тенденцією є деяке збільшення концентрацій таких металів, як Cu, Fe, Mn, Ni, Pb і Zn (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Вміст рухомих форм металів у темно-каштановому ґрунті за тривалого зрошення слабо мінералізованими водами Інгулецької зрошувальної системи (39 років зрошення)

Варіант	Шар ґрунту, см	Вміст, мг/кг								
		Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Варіант без зрошення, без добрив	0-30	0,17	0,28	0,35	0,21	0,69	14,18	0,15	1,33	0,55
	30-50	0,16	0,15	0,21	0,13	0,38	10,73	0,05	1,10	0,13
	50-70	0,12	0,53	0,42	0,24	1,16	6,93	0,44	1,54	0,11
	70-100	0,17	0,45	0,13	0,42	2,01	6,65	0,51	1,44	0,19
V, %		15,3	48,4	43,3	48,9	66,9	37,0	77,3	13,9	84,2
Зрошення, без добрив	0-30	0,14	0,35	0,25	0,30	1,35	17,41	0,27	1,74	1,02
	30-50	0,13	0,31	0,41	0,17	0,28	11,07	0,25	1,31	0,09
	50-70	0,12	0,67	0,32	0,18	0,29	6,24	0,25	2,12	0,17
	70-100	0,22	0,85	0,26	0,29	0,47	8,94	0,41	3,90	0,35
V, %		29,9	47,6	23,7	29,6	85,2	43,6	26,2	50,2	103,7
Зрошення + НРК	0-30	0,29	0,43	0,68	0,31	1,45	21,23	0,61	1,89	1,22
	30-50	0,13	0,27	0,91	0,28	0,39	12,69	0,07	1,44	0,21
	50-70	0,11	0,46	0,19	0,37	0,81	5,35	0,07	1,77	0,11
	70-100	0,16	0,20	0,11	0,33	0,72	8,61	0,73	2,57	0,13
V, %		47,0	36,8	81,2	11,7	52,6	57,4	94,5	24,8	128,6
Фон		0,10	0,5	0,10	0,5	2,0	43,0	1,0	0,50	1,00
ГДК		–	5,0	6,0	3,0	–	50,0	4,0	–	23,0

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з к.с.-г.н. Мелашичем А.В., к.с.-г.н. Сафоновою О.П. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Найбільшою мірою вона проявилася для Zn і Fe – їх концентрація зростала в 1,8-1,9 рази. В той же час їх рухомість істотно не змінювалася (за виключенням Fe і Mn).

Дослідження профільного розподілу рухомих форм металів у зрошуваному ґрунті (без добрив) дали змогу виявити, що їх розподіл у більшості випадків має нерівномірно-акумулятивний характер. Найбільш висока концентрація рухомих форм мікроелементів спостерігалася в орному шарі (0-30 см) та на глибині 70-100 см, що пов'язане з додатковим надходженням їх з поливною водою та міграцією в більш глибокі шари.

Доведено, що внесення добрив у зрошуваний темно-каштановий ґрунт Інгулецького зрошувального масиву викликало тенденцію до збільшення вмісту рухомих форм усіх металів. Зростання їх кількості проходило, головним чином, у верхньому шарі ґрунту. При цьому сума важких металів підвищувалася в 1,1-1,2 рази порівняно зі зрошуваним ґрунтом без застосування добрив.

При використанні поливної води з вищою якістю (вода річки Дніпро) в багаторічній динаміці спостерігалось деяке зростання середніх концентрацій рухомих форм мікроелементів, але їх кількість слабо відрізнялася від фонових значень і від вмісту в незрошуваних аналогах.

В орному шарі темно-каштанових ґрунтів, зрошуваних водою річки Дніпро, вміст рухомих форм Zn (за шкалою І.Г. Важеніна) відповідав низькій забезпеченості рослин, Co – середній, а Cu та Mn – коливався від низької до середньої.

Дослідження впливу хімічної меліорації солонцюватих зрошуваних ґрунтів свідчать про те, що внесення фосфогіпсу в прямій дії сприяло зростанню в ґрунті рухомих форм заліза та свинцю та зменшення цинку й міді. За сумарним впливом (пряма дія + післядія) при застосуванні фосфогіпсу в зрошуваній сівозміні вміст рухомих форм цинку суттєво не змінювався, а міді – мав тенденцію до зростання порівняно з немеліорованим ґрунтом. При цьому рухомість мікроелементів не змінювалася, а заліза і свинцю зростала в

3,0 та 1,6 рази, відповідно. Тривале застосування мінеральних і органічних добрив в умовах зрошення, істотно не впливаючи на валовий вміст металів, викликало тенденцію до підвищення концентрацій рухомих Cu, Mn, Co, Zn і Cd в 1,1-1,8 рази.

Вище вказані тенденції за відносно стабільного валового вмісту мікроелементів свідчать, що на вміст їх рухомих форм більше впливають зміни стану ґрунтів та процесів при зрошенні та застосуванні добрив, ніж додаткове надходження металів зі зрошувальною водою.

Ґрунтові процеси темно-каштанових ґрунтів характеризуються формуванням нового квазірівноважного стану фізичних, хімічних і фізико-хімічних властивостей. При цьому в ґрунтоутворенні домінує гумусово-аккумулятивний процес, на який під впливом зростання лужності та трансформації іонно-сольового складу ґрунтового розчину додатково діяли елементи процесу осолонцювання. Перетворення мінеральної компоненти ґрунтів при зрошенні істотно вплинуло на вміст і рухомість не тільки макро-, а також і мікроелементів. Як відмічалось вище, за допомогою агрохімічних закономірностей та відомих показників ґрунту (рН, вміст макро- та мікроелементів, гумус, іонно-сольовий склад тощо) можна прогнозувати динаміку змін вмісту рухомих форм мікроелементів. При зрошенні обмежено придатними водами (за вмістом важких металів, 2 клас) можливе збільшення середніх концентрацій рухомих форм Cu, Co, Zn і Cd. Зростання вмісту концентрацій рухомих форм металів, порівняно з валовим вмістом, підвищує рухомість мікроелементів і посилює надходження їх у рослини.

При зрошенні якісними водами (1 клас, вода з річки Дніпро) буде спостерігатися тенденція підвищення середніх концентрацій рухомих форм основних мікроелементів, що зумовлено зміною іонно-сольового складу ґрунтового розчину й переходом існуючих резервів у більш рухомі форми під впливом змін фізико-хімічних властивостей. Але рухомість металів не буде відрізнятися від незрошуваних аналогів. З урахуванням посиленої міграції (водної та біологічної) з орного шару буде складатися негативний баланс

марганцю, цинку і міді.

На зрошуваних солонцюватих ґрунтах після хімічної їх меліорації (гіпсування) вміст окремих металів зростає (залежно від забруднення меліоранта важкими металами). Проте рухомість переважної більшості мікроелементів у зрошуваних ґрунтах знижується, що вимагає їх додаткового внесення в ґрунт, зокрема таких мікроелементів як бор, цинк, мідь, для підвищення продуктивності зрошення як на локальному рівні поля, так і в глобальному сенсі.

Систематичне застосування мінеральних добрив, істотно не впливаючи на валовий вміст мікроелементів, спричиняє тенденцію до зниження рухомості цинку та міді. Внесення азотних добрив знижує вміст в орному шарі рухомих форм міді, а фосфорних – цинку. Застосування мінеральних добрив змінює у ґрунті, в першу чергу, співвідношення макроелементів. На цій основі розроблені залежності між співвідношенням вмісту мінерального азоту ($N-NH_4 + N-NO_3$) до рухомого фосфору (P_2O_5) в орному шарі зрошеного темно-каштанового ґрунту та фактичного вмісту рухомих мікроелементів.

Найдоцільнішим типом при встановленні криволінійних зв'язків є вирішення системи нормальних рівнянь з метою отримання суми найменших квадратів відхилень фактичних даних від тих, що розраховані рівнянням другого порядку.

За допомогою статистичного моделювання встановлено взаємозалежність між співвідношенням вмісту мінерального азоту до рухомого фосфору в ґрунті та фактичного вмісту рухомих мікроелементів (рис. 5.4), яка описується формулою поліноміальної регресії другого порядку. Для цинку така залежність визначається за формулою (5.1):

$$Y = 1,6677X^{0,1387}, \quad (5.1)$$

де Y – розрахунковий (прогнозований) вміст рухомого цинку у ґрунті, мг/кг;

X – співвідношення вмісту мінерального азоту до рухомого фосфору (N:P) у ґрунті.

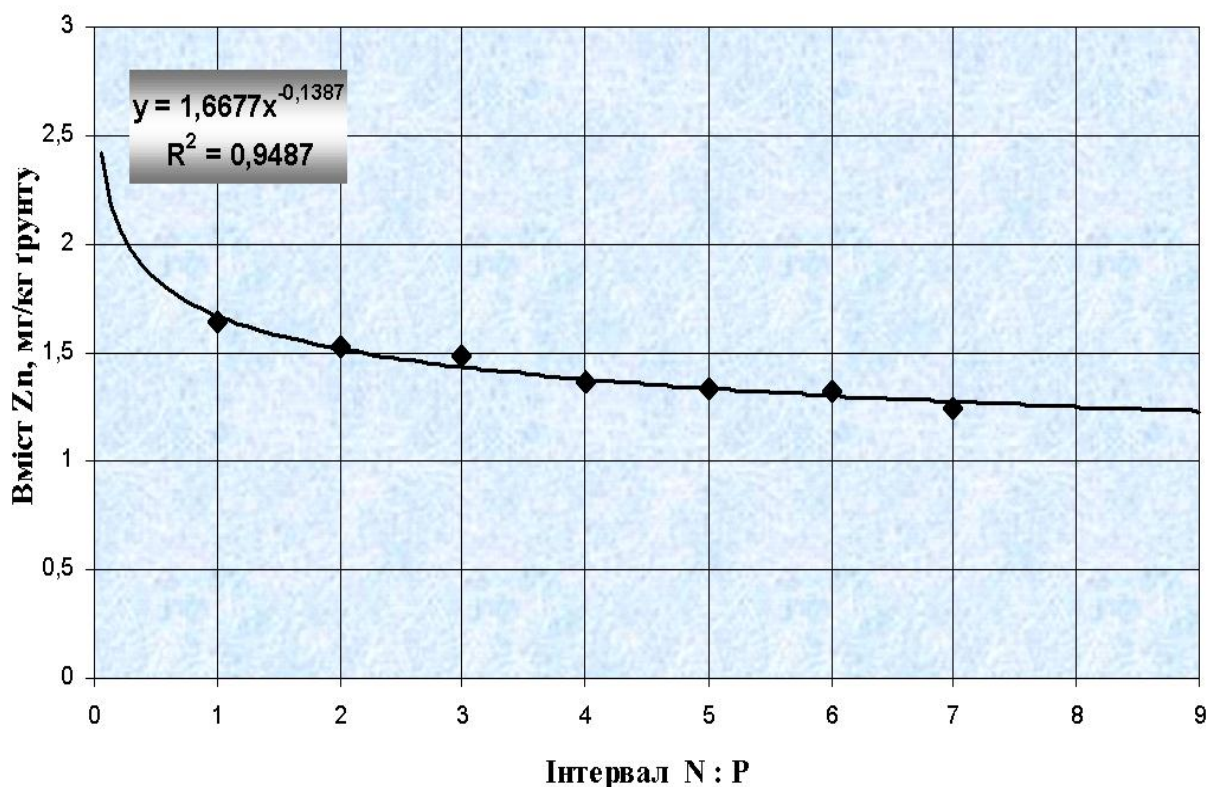


Рис. 5.4 Математична модель вмісту рухомого цинку залежно від співвідношення азоту й фосфору

Характерною ознакою для криволінійного зв'язку існуючого у більшості випадків статистичного аналізу є рівномірна зміна однієї будь-якої ознаки відносно іншої. Слід зауважити, що в агрохімічних дослідженнях майже завжди за рівномірною зміною значення однієї досліджуваної ознаки має місце її зростання або, навпаки, зменшення щодо показників іншої. Тому в таких випадках зв'язок має криволінійний (нелінійний) характер.

Одержана залежність має високий ступінь зв'язку, оскільки коефіцієнт детермінації (R^2) дорівнює 0,9487, тобто 94,9 % залежної змінної величини результативної ознаки (y) – вмісту рухомого цинку пов'язано з мінливістю змінної факторіальної ознаки (x) – співвідношення вмісту мінерального азоту до фосфору (N : P).

Для міді рівняння має вигляд криволінійної регресії другого порядку (рис. 5.5), яке відображається формулою (5.2):

$$Y = -0,0038X^2 + 0,0719X - 0,0314, \quad (5.2)$$

де Y – розрахунковий (прогнозований) вміст міді у ґрунті, мг/кг;

X – співвідношення вмісту мінерального азоту до рухомого фосфору (N: P) у ґрунті.

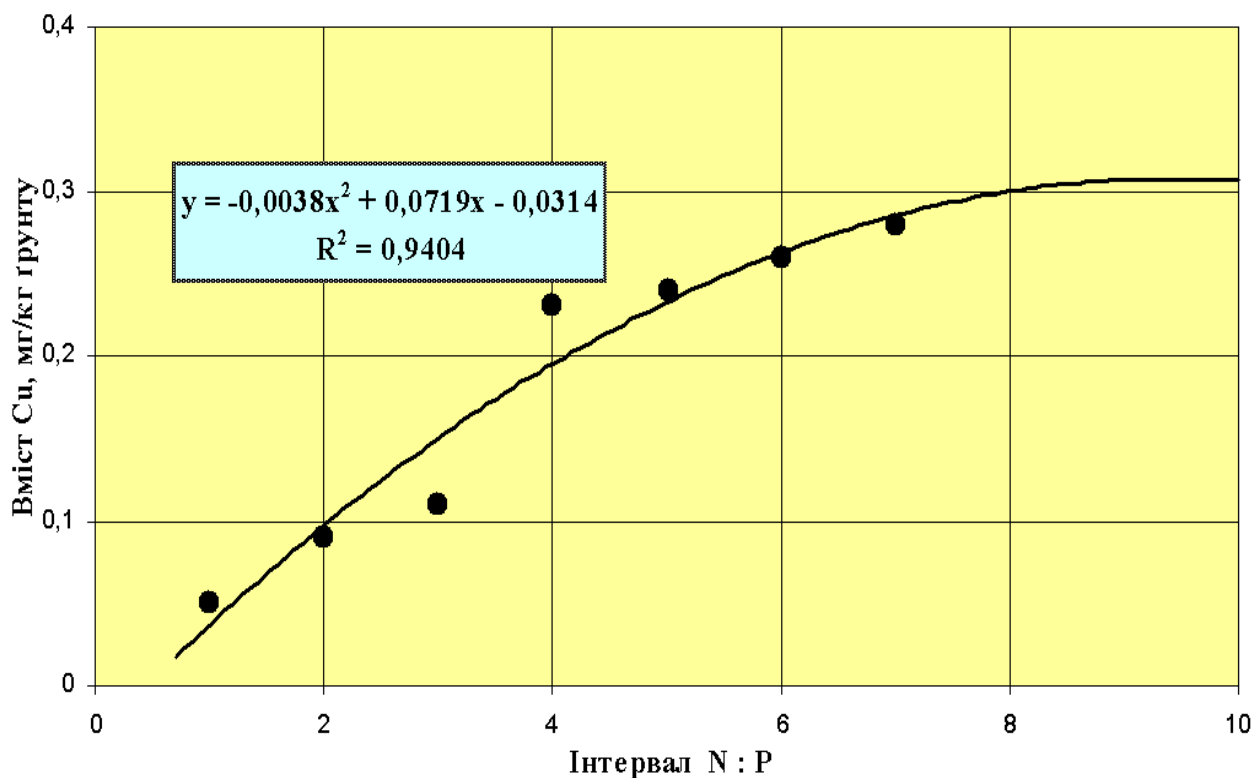


Рис. 5.5. Кореляційно-регресійна залежність між вмістом міді та співвідношенням азоту й фосфору

Одержана залежність має високий ступінь зв'язку, оскільки коефіцієнт детермінації (R^2) дорівнює 0,9404, тобто 94,0 % залежної змінної величини результативної ознаки (y) – вмісту рухомої міді пов'язано з мінливістю змінної факторіальної ознаки (x) – співвідношення вмісту мінерального азоту до фосфору (N : P).

Експериментальними даними доведено, що при систематичному внесенні мінеральних добрив розбіжність фактичного вмісту рухомих цинку і міді з розрахованим (прогнозованим) їх вмістом знаходиться в межах 5-8%.

Запропонований спосіб дає можливість визначити розрахунковий вміст цинку і міді у ґрунті з досить високою точністю і може бути використаний при плануванні застосування цих мікродобрив на зрошуваних землях. Періодичне внесення на зрошуваних землях органічних добрив (гною) із розрахунку 14-16 т/га сівозмінної площі сприяє формуванню позитивного балансу в ґрунті рухомих форм мікроелементів. Додаткове внесення їх – недоцільне.

Висновки до розділу 5

1. Прогрес сучасного і перспективного зрошеного землеробства забезпечує розробка та впровадження енергозберігаючих і природоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на раціональному використанні природних ресурсів (клімат, ґрунти) і штучної енергії у вигляді засобів хімізації, зрошення, машин. Ефективне ведення землеробства на зрошуваних землях на фоні наростання економічної та екологічної кризи спонукає пошуки нових підходів до організації виробництва рослинницької продукції на зрошуваних землях, планування та оперативного управління режимами зрошення.

2. Проведений баланс основних мікроелементів у зрошуваних ґрунтах свідчить про те, що головною статтею їх надходжень виступають органічні добрива. Приходні статті за рівнем значущості в загальному балансі створюють таку взаємопов'язану систему: «органічні добрива ↔ опади ~ зрошувальна вода ↔ мінеральні добрива». В цілому ж тривале застосування мінеральних і органічних добрив в умовах зрошення, істотно не впливаючи на валовий вміст, спричиняє деяку тенденцію підвищення концентрацій рухомих форм окремих мікроелементів та суттєво не покращує забезпеченість рослин ними. Доступність мікроелементів рослинам, ризик їх фітотоксичності залежить від фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунтів.

3. За результатами наших досліджень встановлено взаємозв'язки між фоном живлення та вмістом мікроелементів у ґрунті, досліджено вплив на їх рухомість ґрунтотворних процесів. Прогноз змін вмісту мікроелементів,

проведений на основі багаторічного моніторингу зрошуваних земель Херсонської області, дозволив виявити тісний кореляційно-регресійний зв'язок між інтервальним співвідношенням азоту до фосфору та вмістом цинку й міді.

4. Азотні та фосфорні добрива є лігандами відносно міді й цинку. Вони здатні стабілізувати ці метали у вигляді комплексних сполук. Азотні добрива здатні викликати «зникнення» засвоєваної міді, а фосфорні – цинку. Калійні добрива спричиняють зниження вмісту бору в ґрунті. Проведене моделювання свідчить про небезпеку забруднення зрошуваних земель важкими металами та підкреслює необхідність оперативного реагування на дефіцит мікроелементів для рослин з метою балансової оптимізації поживного режиму ґрунту.

РОЗДІЛ 6

МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЕЛЬ З АДАПТУВАННЯМ ЇХ ДО СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ ГОСПОДАРСТВ

Сучасне сільське господарство функціонує в умовах постійних змін навколишнього середовища. Для зниження ризиків і адаптації агровиробництва до зовнішніх умов необхідно обробляти великі обсяги інформації з метою обрання найбільш дієвих і ефективних сценаріїв функціонування агровиробничих систем. Інформаційні технології дозволяють істотно змінити процес прийняття управлінських рішень сільськогосподарських підприємств. Новітні досягнення в галузі телекомунікацій та систем, що базуються на знаннях комп'ютерних методів підтримки прийняття рішень, об'єктивно сприяють створенню принципово нових програмних комплексів, які можуть інтегрувати знання і досвід багатьох фахівців в області агрономії, біології, сільського господарства, економіки тощо. Широке використання зазначених систем і технологій в аграрній галузі веде до спрощення процесів збору даних про функціонування окремих сільськогосподарських підприємств, їх обробки та узагальнення, а також використання отриманих результатів для формування моделей і прогнозів [398, 413].

За умови створення загальної інформаційної системи, отримані відомості можуть використовуватися місцевими і державними органами управління для розробки та оптимізації аграрної політики, спрямованої на розвиток сільськогосподарських підприємств і регіонів у цілому. Таким чином, в результаті впровадження інформаційних систем відбувається підвищення оперативності обміну інформацією та даними як усередині підприємства, так і між окремими суб'єктами сільськогосподарської галузі та органами державного управління [83, 220, 353].

6.1 Агроекологічні та еколого-економічні засади формування моделей агроecosystem на зрошуваних землях за допомогою спеціальних комп'ютерних програм та інформаційних технологій

В сучасних системах землеробства, в тому числі, зрошуваного, є можливість здійснення контролю за метеорологічними показниками при використанні спеціального програмного забезпечення та інформації з мережі Інтернет. Однією з таких програм є addVANTAGE Pro 6, яка базується на візуалізації метеорологічних даних, можливості обробки даних з напрацьованих закономірностей, тенденцій, таблиць, графіків, статистичної інформації про моделі показників ефективності зрошення для локальних ділянок. Програмний комплекс addVANTAGE Pro 6 є потужним та універсальним комп'ютерним інструментом для збирання, зберігання, обробки та відображення даних у графічному вигляді (рис. 6.1).

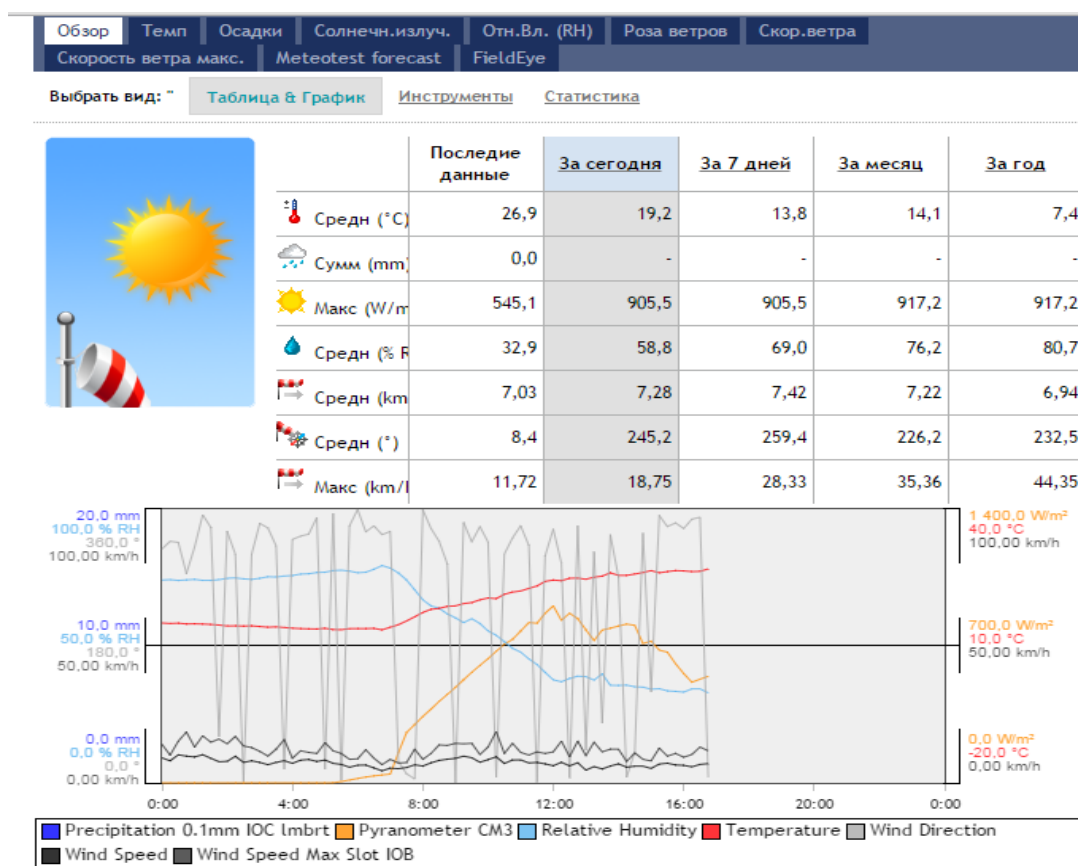


Рис. 6.1 Графічні інструменти комп'ютерної програми addVANTAGE Pro 6

Гнучкість використання програмного забезпечення робить його сучасним інструментом для багатьох функцій, метеорологічних та екологічних даних, для виявлення тенденцій, моніторингу показників сільськогосподарського виробництва тощо. Дані відображаються як у графічному вигляді, так і у табличному форматі. Також існує цілий ряд інструментів для обробки даних відповідно до потреб користувачів, будь то простий звіт, статистична інформація, складна експертна система, або прогнозування розвитку певних збудників хвороб (наприклад, септоріоз пшениці).

Інтегрований веб-сервер програми addVANTAGE Pro 6 дозволяє своїм користувачам отримати доступ з будь-якої точки світу через Інтернет-з'єднання, що забезпечує легкий доступ до даних про погоду, розподіл і кількість води, яка надійшла з опадами, на локальних ділянках сільськогосподарських площ. Ця програма найкраще працює на серверах для Windows 7, вона має модульну структуру, що дозволяє використовувати потужні ресурси масштабування. Сервер може взаємодіяти від однієї системи користувача до супер-серверу, який об'єднує роботу тисяч станцій та обслуговувати десятки тисяч користувачів.

Виходячи з описаних вище етапів формування і розробки систем підтримки прийняття рішень, видно, що навіть у випадках, коли інформаційна система створюється без попереднього замовлення з боку підприємства, її створення практично неможливо без участі представників, здатних детально викласти вимоги до розроблюваних систем і виявити потенційні «вузькі місця» в їх функціонуванні. Відзначимо, що з метою підвищення ефективності використання даних систем до здійснення консультацій у ході розробки слід залучати керівників і працівників різних рівнів. Наприклад, на етапі збирання інформації необхідне залучення керівних осіб для формалізації цілей системи, а рядових виконавців – для деталізації завдань і виявлення типових операцій.

Звісно ж, що використання стандартизованого підходу до розробки і моделювання агровиробничих систем дозволить підвищити ступінь їх використання на підприємствах сільського господарства, і, відповідно,

приведе до підвищення ефективності функціонування сільськогосподарської галузі в цілому.

Роль моделювання полягає у виявленні найважливіших проблем, з якими зіткнеться суспільство в майбутньому. Це дозволяє скоротити частку невизначеності на перспективу. Оскільки зрошення на півдні України відіграє суттєву економічну роль і є впливовим фактором на екологічну ситуацію, то розгляд дії цього фактора в майбутньому має значення для управління еколого-економічними процесами в зрошуваному землеробстві. Якщо загальний стан економіки в Україні не покращиться і негативні тенденції будуть посилюватися, то наслідком для зрошення стане скорочення площ використаних зрошуваних земель.

Аналіз еколого-економічної ситуації в зоні зрошення за останні 20 років свідчить, що вона відповідає загальним тенденціям української економіки. Так, через зміну форм власності, замість великих сільськогосподарських підприємств створено багато невеликих за розмірами дрібнотоварних господарств, які через нестачу коштів та подорожчання поливної води не використовують зрошення.

Таке положення справ призвело до зменшення водоподачі й, одночасно, значно знизило негативний тиск на екологію. Однак, незадовільний технічний стан зрошувальних систем і скорочення площі земель, обладнаних дренажем, погіршили гідролого-меліоративну ситуацію у населених пунктах зони зрошення.

Найбільш складні екологічні обставини склалися в управліннях зрошувальних систем, що розташовані у районах, прилеглих до Чорного та Азовського морів, а також в районі річки Інгулець. Слід зауважити, що екологічна ситуація в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи пов'язана з незадовільною якістю зрошувальної води.

З роками все більшу небезпеку має негативний антропогенний тиск у зоні Причорномор'я, що пов'язано з вторинним осолонцюванням, засоленням і підтопленням ґрунтів. У зоні поширені темно-каштанові й каштанові ґрунти у

комплексі із солонцями, які характеризуються низькою водопроникністю на слабо солонцюватих ґрунтах та дуже низькою – на сильносолонцюватих і солонцях. Це створює технологічні труднощі при поливі: такий склад сприяє тому, що ґрунт після проведення поливів ущільнюється, а також відбувається концентрація солей в орному шарі ґрунту.

Дані обставини майже не були враховані при запровадженні зрошення в Причорномор'ї. Наприклад, при започаткуванні рисосіяння в Причорноморській низині прогнозувалося, що це буде сприяти зниженню засоленості ґрунтів, водночас за останні двадцять років цей показник у цілому по Херсонській області знизився усього на 1,2%. Значну площу засолених ґрунтів складають землі рисосіюючих господарств, які прилягають до приморських територій.

Екологічна ситуація в Приазов'ї (Генічеське управління зрошувальних систем) аналогічна стану, що склався в Причорномор'ї. Землі, які зрошувалися протягом багатьох років мінералізованими артезіанськими водами, вдруге осолонцювані, засолені й вимагають меліоративного покращення.

Як відзначає ряд авторів, меліоративний стан ґрунтів мало залежить від застосування добрив і пестицидів тому, що останнім часом вони використовуються в невеликій кількості, а площа засолених ґрунтів залишається практично на попередньому рівні. У цілому ж, зменшення обсягів використання добрив і пестицидів сприяє поліпшенню екологічної ситуації на приморських територіях через зниження промислових скидів у річки і моря.

Аналіз стану зрошуваного землеробства передбачає вивчення показників, які впливають на розвиток еколого-економічних процесів. До таких показників відносяться:

- 1) еколого-економічні обставини в зоні зрошення, які включають історично сформовану взаємодію між господарською діяльністю людини і природним середовищем на даній території;

- 2) домінуючі життєві цінності членів соціуму (у даному випадку мова йде про цільові настанови і цінності виробника сільськогосподарської

продукції);

3) ступінь впливу екологічних та соціальних факторів на фізичне і психічне здоров'я людей;

4) існуючий природно-ресурсний потенціал суспільства.

На початку 90-х років XX сторіччя українське суспільство обрало шлях до капіталізації економіки. Такий вибір був закономірним історичним результатом процесу етногенезу. Слід зауважити, що перелічені вище екологічні проблеми вже стояли перед суспільством. До них додалися ще й економічні. За результатами проведеного аналізу стану екології та економічних обставин у зоні зрошення була побудована модель прогнозу, методом знакових орграфів (орієнтованих граф).

Дослідження енергетичного рівня системи дає можливість визначити напрямок вектора соціальної активності через виділення базових життєвих цінностей.

Недостатність вкладень у природоохоронну діяльність негативно позначається на стані екології, але зниження інтенсивності виробництва відновлює дію процесу самовідтворення в природі. Меліоративний стан ґрунтів у зоні зрошення покращився, саме через відсутність зрошення. В той же час критичною є гідролого-меліоративна ситуація в населених пунктах зони зрошення. Отже в цілому можна характеризувати еколого-економічні обставини як незадовільні.

Негативний вплив факторів зовнішнього середовища на здоров'я людей і обмежений ресурсний потенціал суспільства впливають на зміну цільових напрямів окремих елементів системи у бік переваги екологічної складової над економічним. З огляду на проведені попередні дослідження в цьому напрямку, раціональне використання природних ресурсів буде злободенною потребою у виробничій діяльності соціальної сфери.

Характерною ознакою цих процесів стало активне використання крапельного зрошення у багатьох господарствах області, або відмова від зрошення і виробництво посухостійких культур.

Модель продуктивного використання зрошення може мати позитивний характер лише у випадку, якщо збільшиться ресурсний потенціал суспільства. Це можливо вирішити: або за рахунок державної підтримки виробників сільськогосподарської продукції, або за рахунок власних коштів виробників, що збільшує час на реалізацію поставленої задачі.

Необхідність виробництва сільськогосподарської продукції змушує вишукувати нові методи використання зрошеного землеробства. Так, колективом авторів Херсонського державного аграрного університету давно розроблений спосіб вирощування рису, заснований на замкнутому циклі використання води рисових чеків, який все ще є лише проектом, хоч рисівництво досить швидкими темпами відроджується у південному регіоні.

Варто зазначити, що даний спосіб виробництва є не лише економічно ефективним з точки зору сільського господарства, а й допомагає уникати промислових скидів у Чорне та Азовське моря, тобто зберегти рекреаційну зону, а це додатковий економічний бонус для економіки Херсонської області.

Структурна схема еколого-безпечного зрошеного землеробства повинна складатись за ієрархічними принципами і включати такі основні елементи (рис. 6.2):

1) Нормативно-правовий блок:

- створення законів і нормативно-правової бази у галузі зрошеного землеробства;
- розробка нормативних документів.

2) Економіко-екологічний блок:

- встановлення джерел і порядку фінансування агро меліоративних та природоохоронних заходів;
- створення механізму економічного стимулювання землекористувачів, які використовують агро меліоративні та природоохоронні заходи.

3) Організаційний блок:

- координація діяльності установ, організацій і підприємств галузі зрошеного землеробства для вирішення проблем оптимізації витрат водних

ресурсів, захисту родючості ґрунтів, підвищення продуктивності поливних земель та економічної ефективності, зниження екологічного навантаження на агроценози;

- удосконалення методів і підходів до формування системи еколого-безпечного зрошуваного землеробства.

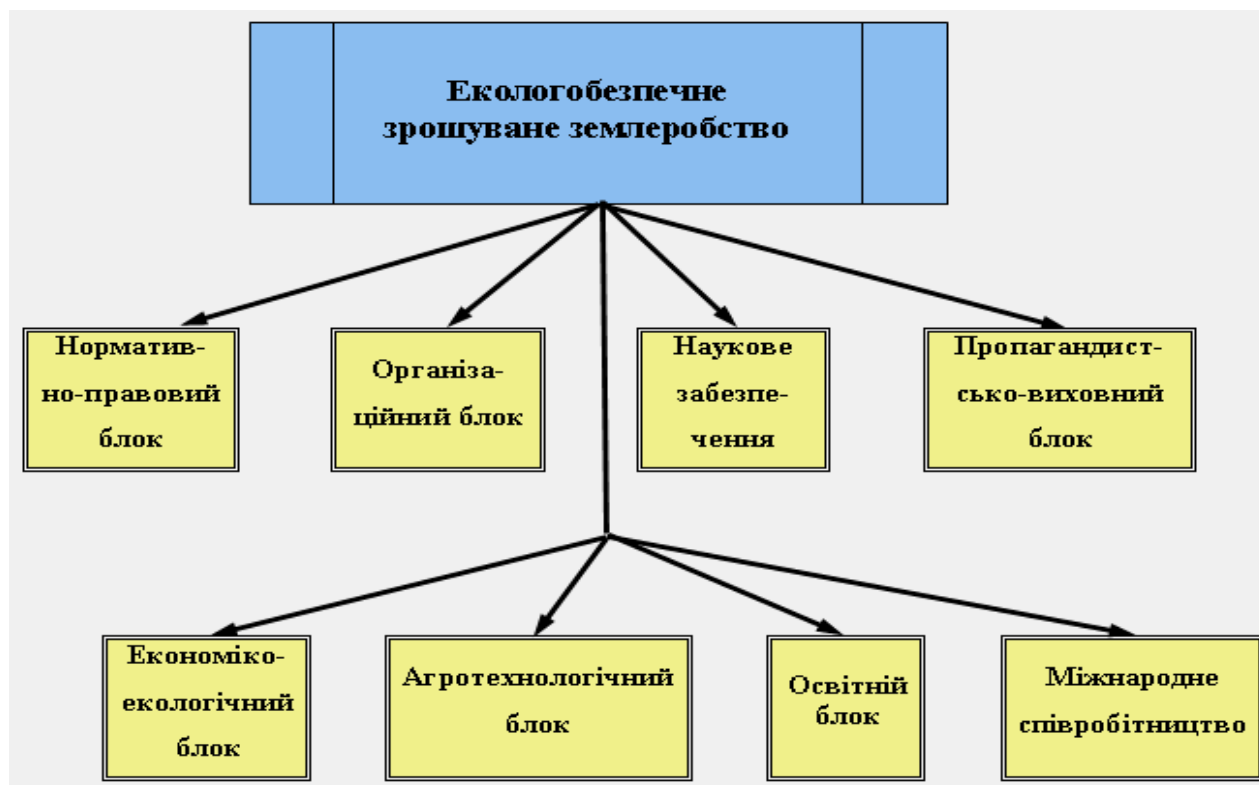


Рис. 6.2 Структурна схема екологічно безпечного зрошуваного землеробства [91]

4) Агротехнологічний блок:

- організаційно-господарські заходи (організація території зрошуваних агроландшафтів, раціональний розподіл угідь, оптимальне розміщення культур у сівозміні, вибір напрямів діяльності за еколого-економічними критеріями, планування агро меліоративних заходів, формування режимів зрошення залежно від локальних господарсько-екологічних умов (оптимальні, ресурсоощадні або ґрунтозахисні режими зрошення);
- лісомеліоративні заходи (підтримання в належному стані лісосмуг та створення нових з оптимальним видовим складом та конструкцією);

- агротехнічні заходи (оптимізація елементів технологій вирощування, водозатримання, диференційований обробіток ґрунту, мульчування, внесення у ґрунт спеціальних хімічних структуроутворюючих та водоутримуючих сполук, внесення органічних, мінеральних та бактеріальних добрив і мікродобрив, диференціація режиму зрошення тощо);

- гідротехнічні заходи (створення та підтримання в належному стані гідротехнічних інженерних споруд, які регулюють та перерозподіляють водний стік, реконструкція зрошувальних систем та ін.).

5) Наукове забезпечення:

- розробка й впровадження у виробництво науково обґрунтованих й екологічнобезпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур на поливних землях;

- впровадження сучасних, теоретично, інформаційно та технологічно забезпечених методів контролю вологозапасів ґрунту, вмісту макро- й мікроелементів, а також прогнозу й моделювання цих показників;

- розробка новітніх методів охорони ґрунтів від ерозії, оцінки ерозійної небезпеки й ефективності протиерозійних заходів;

- створення сучасних технологій моніторингу зрошуваних масивів;

- розробка й реалізація сучасних науково-технічних програм у галузі зрошеного землеробства.

6) Освітній блок:

- підготовка спеціалістів для галузі зрошеного землеробства;

- дорадча допомога агровиробникам, які впроваджують системи еколого-безпечного зрошеного землеробства.

7) Пропагандистсько-виховний блок:

- формування природоохоронного світогляду в суспільстві, зокрема, серед працівників агросфери.

8) Блок міжнародного співробітництва:

- розробка й участь у реалізації міжнародних програм із зрошеного землеробства;

- обмін досвідом між фахівцями зі зрошеного землеробства різних держав з екологічних, економічних та технологічних питань.

Враховуючи складність розрахунків елементів водного режиму, зокрема, евапотранспірації, створено спеціальне програмне забезпечення, яке базується на використанні формули Пенмана-Монтейта та враховують показники: середньодобову температуру повітря; інтенсивність сонячної радіації; швидкість вітру та атмосферний тиск. Для прискорення й полегшення розрахунку евапотранспірації за цим методом можна використовувати комп'ютерну програму ET calculator версії 3.1, яка створена ФАО ООН. Програма доступна англійською мовою та розповсюджується Агенцією земельних і водних ресурсів Digital Media [480].

Перед використанням програми ET calculator необхідно сформувати файл первинної інформації "Create a new file", який може відображати різні сукупності вхідних даних (рис. 6.3).

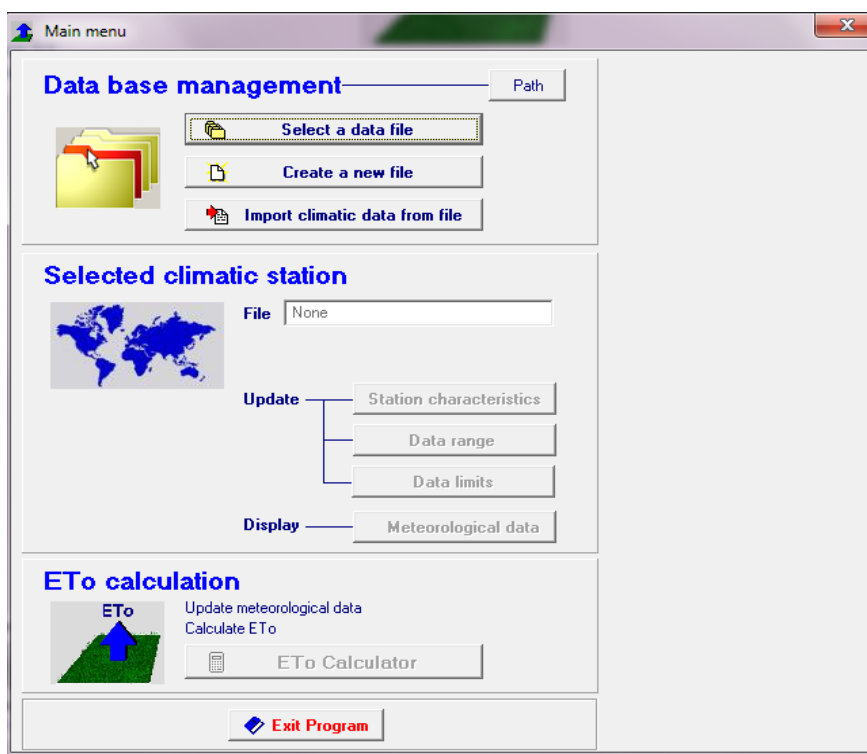


Рис. 6.3 Формування бази вхідних даних програми ET calculator [480]

Програма може обробляти щоденні, щодакдні та щомісячні метеорологічні дані. Вхідна інформація може містити широкий спектр даних і

показників, які використовуються в кліматології, а також інших галузях. Коли деякі вхідні дані відсутні, програма проводить автоматичне їх встановлення за допомогою методики ФАО, яка узагальнює дослідження багатьох вчених різних країн світу. Мінімальними вхідними даними є максимальна і мінімальна температура повітря, які приймаються для електронного розрахунку показників евапотранспірації за певні періоди часу. Слід зауважити, що чим більша кількість вхідних показників буде введена в активні вікна програми, тим вище буде точність встановлення евапотранспірації.

Вхідні кліматичні дані можуть бути експортовані з інших спеціальних програм (наприклад AquaCrop) або з баз даних Інтернет (рис. 6.4).

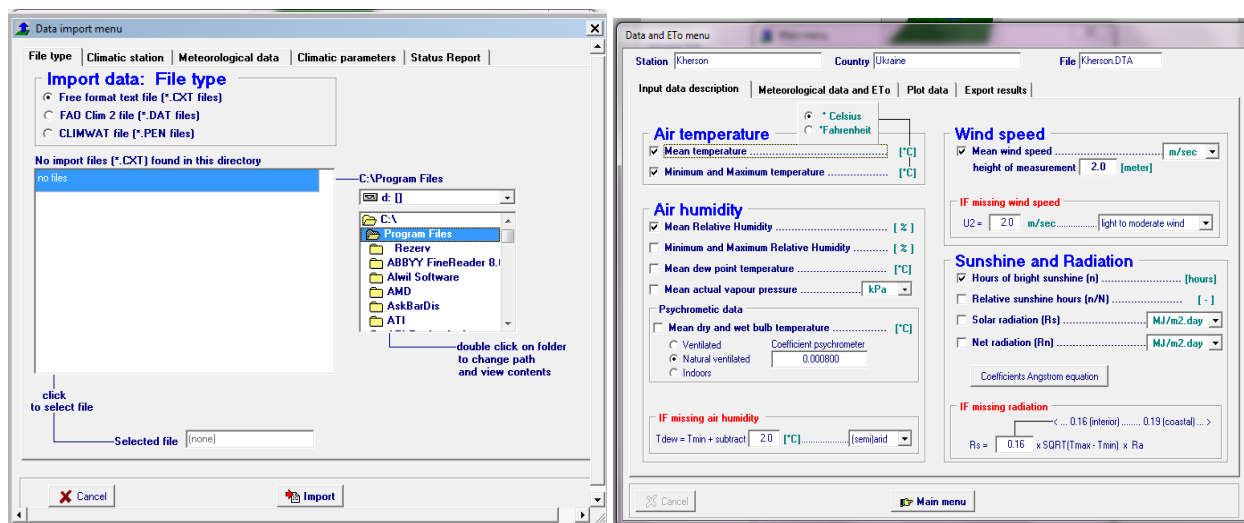


Рис. 6.4 Імпорт вхідних даних до активних вікон

Як недолік програми, слід вказати на неможливість прямого копіювання цифрових даних з буферу обміну Microsoft Office (Excel, Word, Access), що створює труднощі введення вхідної інформації.

Після введення вхідних даних необхідно перейти до активного вікна "Meteorological data and ETo" (рис. 6.5). В цьому вікні відображаються показники евапотранспірації в міліметрах, які можна використовувати для коригування строків і норм поливів, програмування врожаю тощо.

За результатами аналізу багаторічних експериментальних даних здійснено моделювання продукційних процесів гібридів кукурудзи різних груп стиглості вітчизняної селекції залежно від агротехнічних і природних факторів

з використанням програмного забезпечення AquaCrop 3.1 Plus. Ця комп'ютерна програма дозволяє представити продуктивність сільськогосподарських культур, у тому числі й кукурудзи, у вигляді моделі.

Day		1	2	3	4	5	6	7
Month		May	May	May	May	May	May	May
Year		2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010
Tmax	°C	25.2	26.9	26.2	27.5	24.9	26.7	22.1
Tmean	°C	19.4	22.1	20.9	17.4	18.1	17.5	16.9
Tmin	°C	14.7	16.4	17.1	15.7	13.7	14.0	11.9
RHmean	%	62.9	63.8	59.1	62.7	57.4	61.5	62.4
u(2)	m/sec	4.30	5.90	6.80	2.10	1.90	5.70	3.20
n	hour/day	7.20	6.40	8.40	5.30	7.40	6.90	7.70
ETo	mm/day	4.8	5.4	6.2	4.1	4.2	5.6	4.2

Рис. 6.5 Показники евапотранспірації, встановлені за допомогою електронного моделювання програми ET calculator

Найбільш перспективним з наукової та практичної точок зору є використання цього програмного забезпечення при вирощуванні польових культур на зрошуваних землях, на територіях з дефіцитом атмосферних опадів. Програма дозволяє змоделювати динаміку різних показників продукційного процесу, характеризується високим рівнем точності, простотою і надійністю.

Головне меню програми AquaCrop можна поділити на три основні блоки:

- I – Environment (англ. – довкілля).
- II – Simulation (англ. – моделювання).
- III – Project (англ. – проектування).

За допомогою введення необхідної вихідної інформації можна встановити період моделювання, вихідні умови для початку моделювання,

додаткові умови, коли період моделювання перевищує період вегетації певної культури, коригувати параметри моделювання для вибраної культури залежно від метеорологічних та ґрунтових умов, а також від особливостей технологій вирощування. Крім того, є можливість зберігати створені проекти, а також відкривати й коригувати проекти, які були створені в минулому (рис. 6.6).

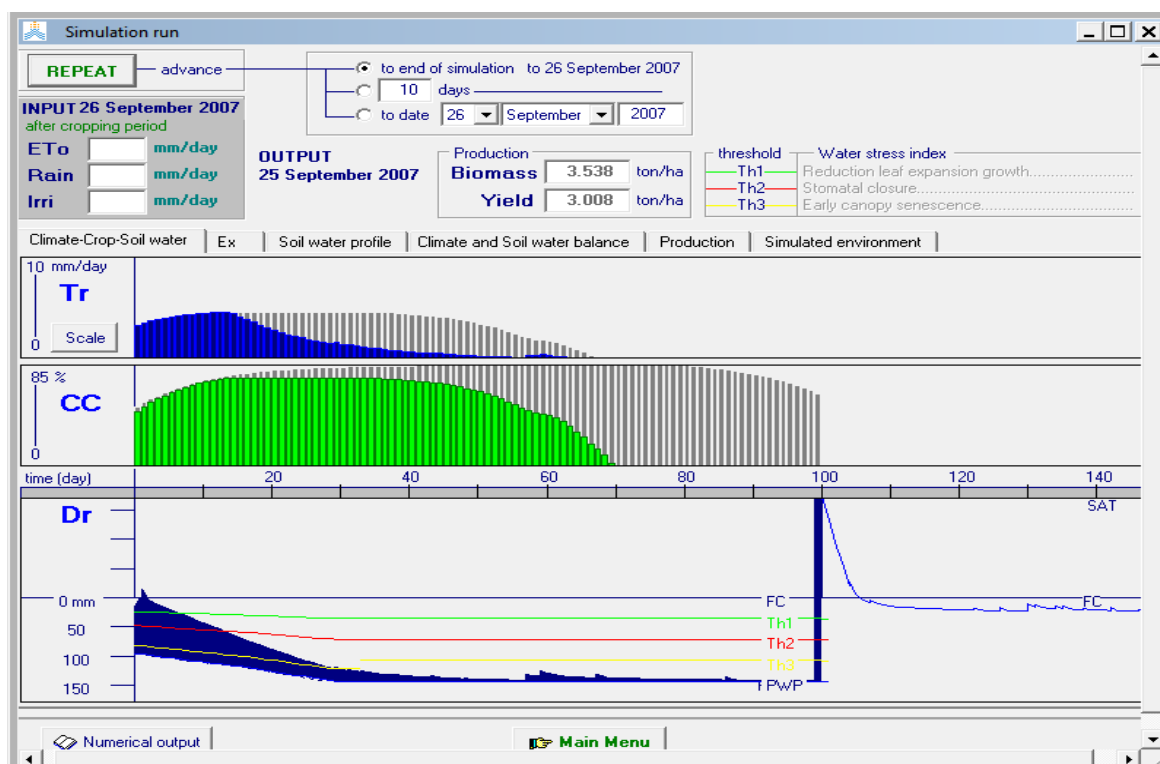


Рис. 6.6 Змодельовані показники продукційного процесу гібридів кукурудзи залежно від календарних дат вегетаційного періоду в умовах Південного Степу України

Для створення файлу з досліджуваною сільськогосподарською культурою (кукурудзою) необхідно натиснути кнопку "Crop/Selected Create Crop file". У вікні, яке з'явилося, необхідно створити файл з досліджуваною культурою натиснувши "Create new Crop file", заповнити вихідні дані і зберегти результати, натиснувши кнопку "Save as". Для вибору періоду моделювання необхідно натиснути кнопку "Initial condition/Selected file Initial condition". Для здійснення моделювання продукційного процесу гібридів кукурудзи треба натиснути кнопку "Run" та у відкритому вікні – на кнопку "START". Всі

числові показники, за якими побудовані графіки, можна побачити, натиснувши на кнопку "Numerical output", а умовні позначення показників – натиснувши кнопку "Legend" у вікні "Numerical output".

Відповідно до експериментальних сівозмін були сформовані показники водопотреби, побудовані графіки поливів досліджуваних культур, змодельовано добовий баланс ґрунтової вологи для кожної культури окремо з врахуванням їх біологічних характеристик, одержано імітаційні графіки наростання висоти рослин та глибини проникнення кореневої системи для пшениці озимої, кукурудзи, сої, овочів, картоплі та люцерни (рис. 6.7).

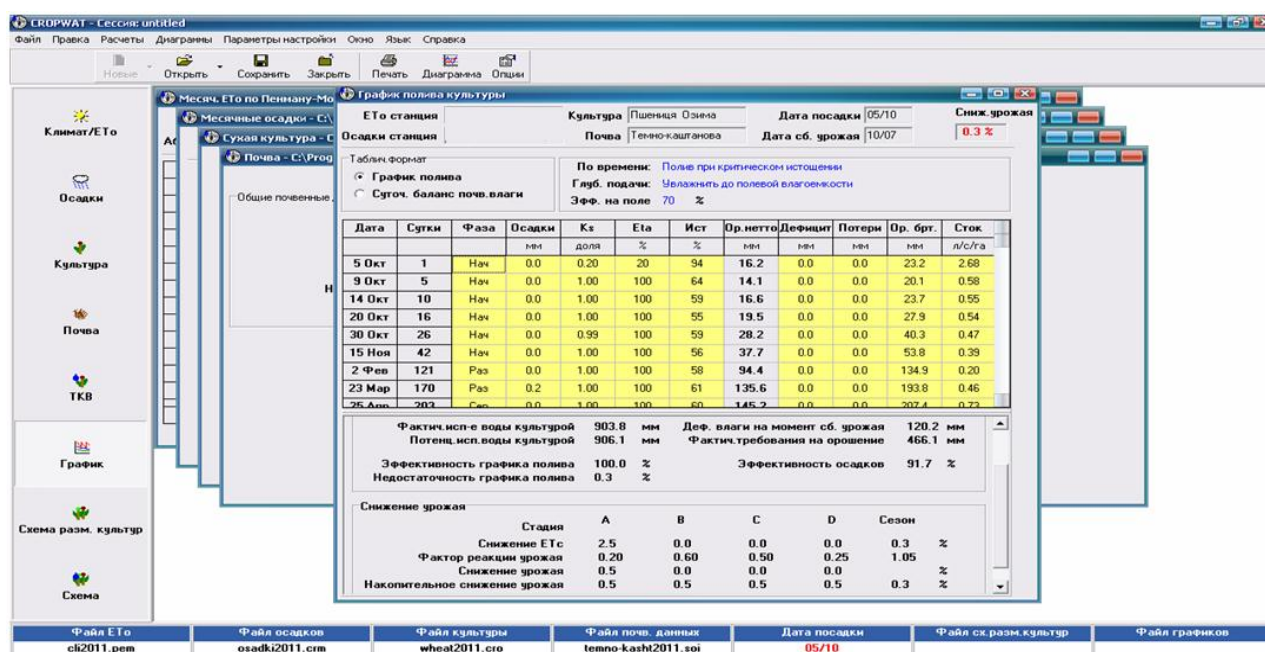


Рис. 6.7 Змодельований графік поливу культур зрошуваної сівозміни, який складається з взаємопов'язаних електронних блоків програми CROPWAT 8.0

В модулі «Схема розміщення культур» програми CROPWAT сформовані бази даних по кожній культурі в порядку їх чергування в сівозміні, наведенням інформації з поживного та водного режимів, календарних дат строків сівби, проведення вегетаційних проливів та оптимальних строків збирання врожаю.

Шляхом моделювання діапазону продуктивності та показників якості сортів пшениці озимої за створеними базами даних доведено, що урожайність зерна досліджуваних сортів пшениці озимої залежить від умов зволоження та

фону мінерального живлення і досить тісно корелює з кількістю сформованих продуктивних стебел на одиниці площі. Разом з цим, важливе значення має і такий показник структури врожаю, як маса зерна з одного колосу. На масу зерна, як встановлено нашими дослідженнями, мали вплив режими зрошення і фону мінерального живлення рослин сортів пшениці озимої.

Для умов зрошення важливими є адаптування параметрів штучного зволоження до певної ґрунтово-кліматичної зони (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Показники зрошувальних норм сільськогосподарських культур у середньосухі роки на площах з глибоким заляганням ґрунтових вод, м³/га

Культура	Лісостеп	Північний Степ	Південний Степ
Пшениця озима (після відновлення вегетації весною)	2000-2500	2400-2700	2500-3200
Люцерна після збирання ячменю на зерно	1200-1800	2200-2400	2400-3600
Люцерна минулих років	3000-3600	3600-4200	4200-4800
Кукурудза на зерно	2000-2400	2800-3000	2500-3000
Соя	2000-2500	2500-3000	3000-3500
Картопля весняного строку садіння	300-700	1400-1800	1400-1800
Картопля літнього строку садіння	–	2100-2500	2500-4200
Помідор	2000-2600	2600-3400	3000-3400
Пожнивна кукурудза	1350-1850	2200-2700	2330-2850

Примітка: Для розрахунків використано експериментальні дані науково-дослідних установ України [83, 179, 181, 234, 368]

При плануванні режимів зрошення слід приймати до уваги, що найбільшій зрошувальній нормі (понад 4 тис. м³/га) потребує люцерна минулих років. Також високого рівня забезпечення поливною водою потребують помідори, соя та кукурудза на зерно. Експлуатаційні зрошувальні норми визначають за результатами фактичних з урахуванням погодних, ґрунтових умов, біологічних властивостей сільськогосподарських культур, технології поливу, інших умов вирощування сільськогосподарських культур, що склалися в конкретному році.

6.2 Кореляційно-регресійні моделі використання вологи різними культурами

Останніми роками в зв'язку з досягненнями в різних наукових сферах з'явилася можливість застосування інформаційно-обчислювальних систем управління сільським господарством, в тому числі й землеробською галуззю. При веденні землеробства на зрошуваних землях є можливість використання математичних моделей для нормування ресурсів – поливної води, добрив, пестицидів тощо. Таке моделювання забезпечує раціональне споживання поливної води й добрив, сприяє отриманню запрограмованих рівнів урожаю, підвищує економічну ефективність агровиробництва, мінімізує негативний тиск на довкілля.

За результатами наших розрахунків з використанням розробленої бази даних показників продуктивності, природних та агротехнічних параметрів технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня України, яка була сформована шляхом аналізу багаторічних експериментальних даних Інституту зрошуваного землеробства НААН та метеорологічної інформації, розроблено моделі продуктивності досліджуваних культур, які відображають математичні залежності між величиною зрошувальних норм та врожайністю, а також містять показники середньодобового випаровування (евапотранспірації), які можна використовувати для планування й управління режимами зрошення.

Встановлені кореляційні зв'язки дозволили побудувати математичні моделі врожайності зерна пшениці озимої відносно параметрів вологозабезпеченості (рис. 6.8). Одержані моделі врожайності зерна пшениці озимої та величини зрошувальної норми свідчать, що залежно від гідротермічних умов, рівень вологозабезпеченості по-різному впливає на продуктивність рослин. Так, у середні за дефіцитом випаровуваності роки оптимальна зрошувальна норма становить $1750 \text{ м}^3/\text{га}$, а у сухі збільшується до $2650 \text{ м}^3/\text{га}$. Також доведено, що в середні роки поєднання вологозарядкового й

вегетаційних поливів здатне забезпечувати приблизно на 1,2-1,5 т/га більшу врожайність, ніж у посушливі.

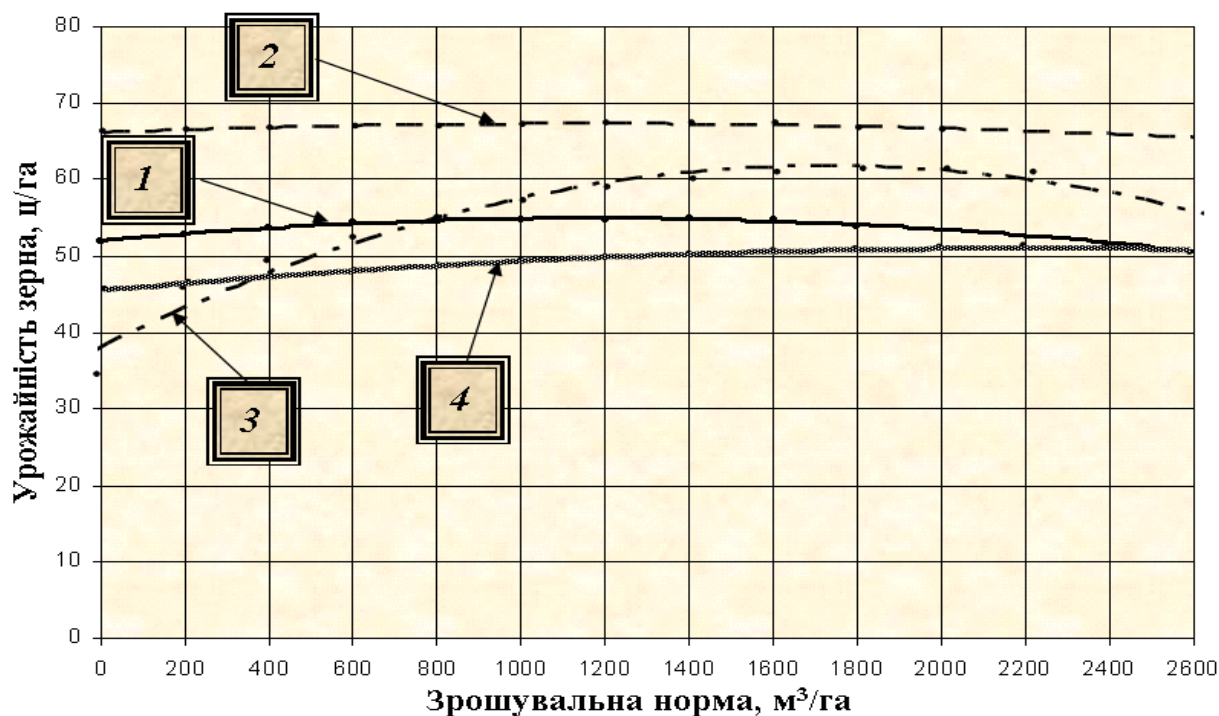


Рис. 6.8 Кореляційно-регресійна залежність урожайності пшениці озимої від зрошувальної норми за роками забезпеченості:

- 1 – вологий ($y = -0,000002x^2 + 0,005x + 52,001$, $R^2 = 0,981$);
 2 – середньовологий ($y = -0,0000008x^2 + 0,0019x + 66,584$, $R^2 = 0,841$);
 3 – середній ($y = -0,000008x^2 + 0,0277x + 38,356$, $R^2 = 0,966$);
 4 – середньосухий ($y = -0,000001x^2 + 0,0046x + 46,507$, $R^2 = 0,993$)

Моделювання приросту врожайності зерна культури відносно величини зрошувальної норми свідчить про те, що при її підвищенні до 2000-2250 м³/га відбувається стабільне наростання продуктивності рослин (до 3,24 т/га). Подальше збільшення зрошувальної норми, навпаки, не дає позитивних результатів. Зростання показників сумарного водоспоживання забезпечує практично прямопропорційне збільшення врожайності культури, в межах від 2500 до 5500 м³/га, в середні за дефіцитом випаровуваності роки. У сухі роки простежується чітка тенденція до зниження інтенсивності продукційних процесів при досягненні позначки 4472 м³/га. Статистична обробка одержаних даних дозволила виявити неоднаковий ступінь реакції рослин пшениці озимої на підвищення зрошувальної норми в роки з різними гідротермічними

умовами. Результатами моделювання встановлено, що найбільша віддача від збільшення зрошувальної норми відбувається у середні за вологозабезпеченням роки (позначка 3), що пояснюється достатнім теплоенергетичним режимом та компенсацією дефіциту атмосферних опадів за рахунок штучного зволоження.

Аналізом експериментальних даних продуктивності сортів пшениці озимої Херсонська безоста та Одеська 267 при їх вирощуванні на зрошуваних землях доведено, що врожайність зерна культури тісно корелює з кількістю сформованих продуктивних колосків на одиниці площі (рис. 6.9).

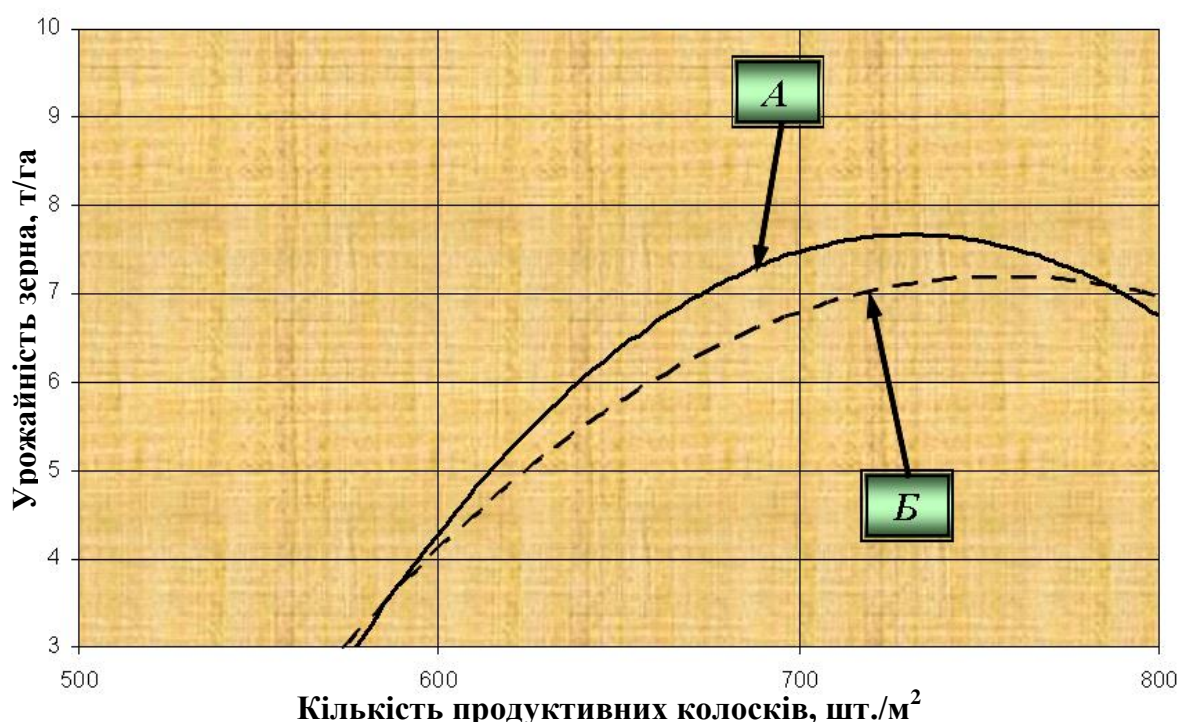


Рис. 6.9 Статистична модель урожайності зерна пшениці озимої залежно від кількості продуктивних колосків на період збирання врожаю за досліджуваними сортами:

A – Херсонська безоста: $y = -0,0002x^2 + 0,2852x - 96,662$; $R^2 = 0,6967$

B – Одеська 267: $y = -0,0002x^2 + 0,2445x - 86,2$; $R^2 = 0,9398$

Слід зауважити, що відповідно до проведеного моделювання за регресійним рівнянням за виходом зерна з продуктивних колосків переважає сорт Херсонська безоста.

Моделювання продуктивності кукурудзи залежно від величини зрошувальних норм дозволило встановити, що цей показник найбільш

стабільний у середні за вологозабезпеченістю роки, а у вологі й сухі роки спостерігається збільшення коефіцієнта варіації, відповідно, на 4,0 і 2,4%. Мінімальне варіювання рівня врожайності зерна кукурудзи у середні роки зумовлено сприятливими погодними умовами – достатнім вологозабезпеченням на фоні високих температурних показників і, як наслідок, оптимізацією продукційних процесів рослин. Дослідження кореляційних зв'язків між урожайністю зерна культури та параметрами вологозабезпечення також виявило їх неоднорідність.

У вологі роки спостерігається слабкий від'ємний зв'язок продуктивності рослин з кількістю атмосферних опадів, що свідчить про зниження інтенсивності продукційних процесів у зв'язку з надмірним вологозабезпеченням і нестачею суми ефективних температур для нормального росту й розвитку рослин. На відміну від вологих, у середні та сухі роки опади, навпаки, позитивно впливають на рівень урожаю зерна, але їхня дія виявилася слабкою, оскільки r дорівнює 0,211 і 0,215, відповідно.

Застосування вегетаційних поливів має позитивний вплив на величину врожайності зерна незалежно від вологозабезпеченості років із середнім ступенем зв'язку, причому у вологі та середні роки коефіцієнт кореляції практично однаковий, а в сухі роки збільшується до 0,467.

Кореляційний аналіз продуктивності кукурудзи за показниками сумарного водоспоживання дозволив встановити чітку тенденцію до зростання коефіцієнта кореляції з погіршенням умов природного вологозабезпечення. Так, у вологі роки відмічено слабкий ступінь кореляційного зв'язку ($r = 0,149$), у середні – середній ($r = 0,383$), у сухі – високий ($r = 0,741$). Встановлена тіснота статистичних зв'язків пояснюється низькопродуктивним використанням загальних вологозапасів у вологі роки та суттєвим підвищенням інтенсивності їхнього використання у середні, й, особливо, у сухі роки. Виявлені статистичні зв'язки дозволяють побудувати моделі врожайності зерна середньопізніх гібридів кукурудзи залежно від параметрів вологозабезпеченості.

Проведене кореляційно-регресійне моделювання дозволило встановити оптимальний діапазон ефективності впливу зрошувальної норми на величину врожаю зерна кукурудзи у сухі роки. Так, істотне розрахункове збільшення врожайності спостерігається лише до показника зрошувальної норми 2500-3000 м³/га. У подальшому, починаючи з позначки від 4000 і до 5000 м³/га, приріст зернової продуктивності культури складає лише 0,57 т/га, що необґрунтовано з економічної та екологічної точок зору.

Розрахунками за розробленою моделлю "врожай – сумарне водоспоживання" доведено, що відправною кількістю вологи, після рівня якої рослини спроможні формувати врожай, є 1200 м³/га. Крім того, зафіксовано зниження приросту врожайності після позначки 5000 м³/га, а після перевищення 5780 м³/га відбувається зниження продуктивності рослин через надмірне перезволоження. Моделювання продуктивності кукурудзи з сумарними показниками опадів і зрошувальної норми свідчить про перевагу збільшення цього показника в сухі роки в межах від 1000 до 4000 м³/га. (рис. 6.10).

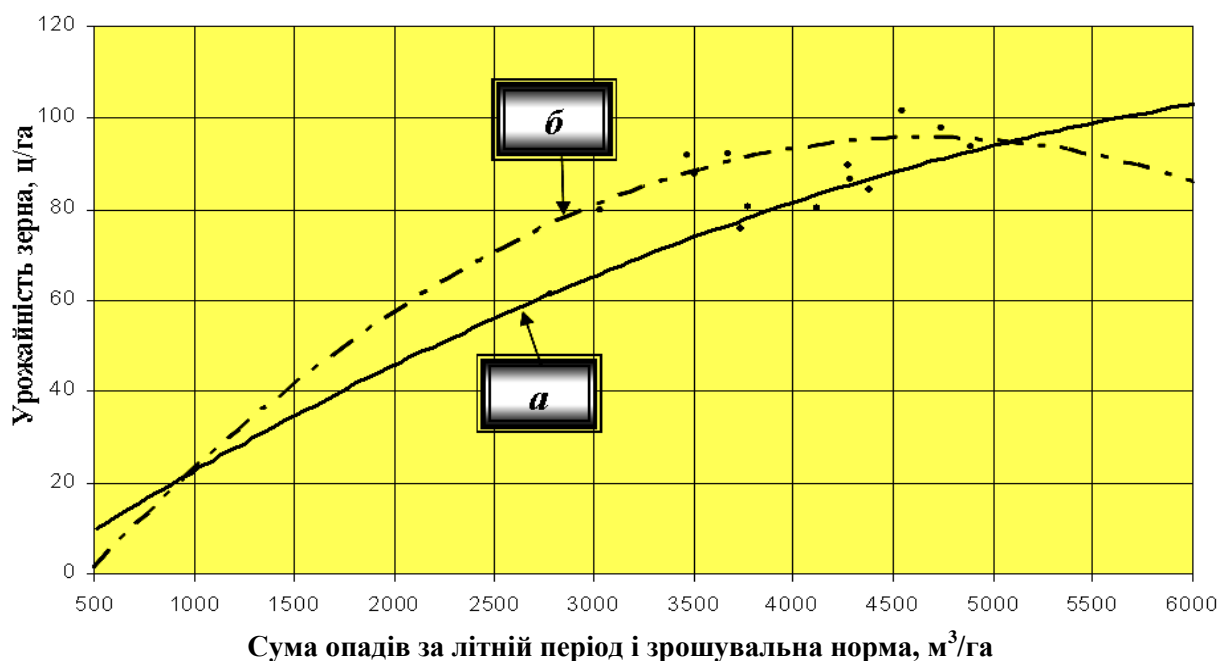


Рис. 6.10 Кореляційно-регресійна залежність між показниками врожайності зерна кукурудзи з сумою опадів за літній період і зрошувальною нормою:

a – в середні роки ($y = -0,000002x^2 + 0,03x - 4,0$; $r = 0,615$; $R^2 = 0,378$);

б – у сухі роки ($y = -0,000005x^2 + 0,05x - 18,08$; $r = 0,679$; $R^2 = 0,461$)

Отже, щодо вологозабезпечення слід зазначити, що найбільш мінливим показником виявилася кількість атмосферних опадів за літній період, а найбільш стабільним – показники сумарного водоспоживання у середні роки.

Застосування вегетаційних поливів має позитивний вплив на величину врожайності зерна незалежно від вологозабезпеченості років із середнім ступенем зв'язку, причому у вологі та середні роки коефіцієнт кореляції практично однаковий, а в сухі роки збільшується в середньому на 26,2%. Встановлено оптимальний діапазон ефективності впливу зрошувальної норми та сумарного водоспоживання на величину врожаю зерна кукурудзи у сухі роки.

Статистичний аналіз продуктивності кукурудзи при вирощуванні в умовах ДП «Дослідне господарство «Каховське» довів близький діапазон значень урожайності зерна (на рівні 7,9-8,4 т/га) всіх груп стиглості при показниках площі листової поверхні 51-54 тис. м²/га. Найвищий розрахунковий потенціал урожайності забезпечує вирощування середньостиглих гібридів кукурудзи.

Вирощування ранньо- та середньостиглих гібридів у ДП «Дослідне господарство «Асканійське» Каховського району Херсонської області довело їх схожий потенціал продуктивності в діапазоні показників площі листової поверхні 44-49 тис. м²/га. Проте в подальшому, після позначки 49 тис. м²/га, ранні гібриди стрімко знижують урожайність, а середньостиглі – нарощують потенціал продуктивності до площі асиміляційного апарату 53-54 тис. м²/га. Найвищий потенціал продуктивності при вирощуванні в цьому екологічному пункті випробування мають гібриди пізньостиглої групи стиглості, врожайність яких в діапазоні показників площі листової поверхні 56-59 тис. м²/га перевищує рівень 12 т/га.

Регресійним аналізом доведена різниця формування продукційного процесу гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від пунктів екологічного випробування. Встановлено, що потенціал урожайності зерна може змінюватись в різних умовах вирощування, а також залежно від груп стиглості гібридів. За допомогою одержаних рівнянь поліноміальної регресії

можна проводити програмування врожайності зерна гібридів різних груп стиглості в досліджуваних пунктах екологічного випробування.

Моделювання врожайності зерна сої свідчить про середній і високий рівень кореляційного зв'язку з сумарним водоспоживанням (рис. 6.11).

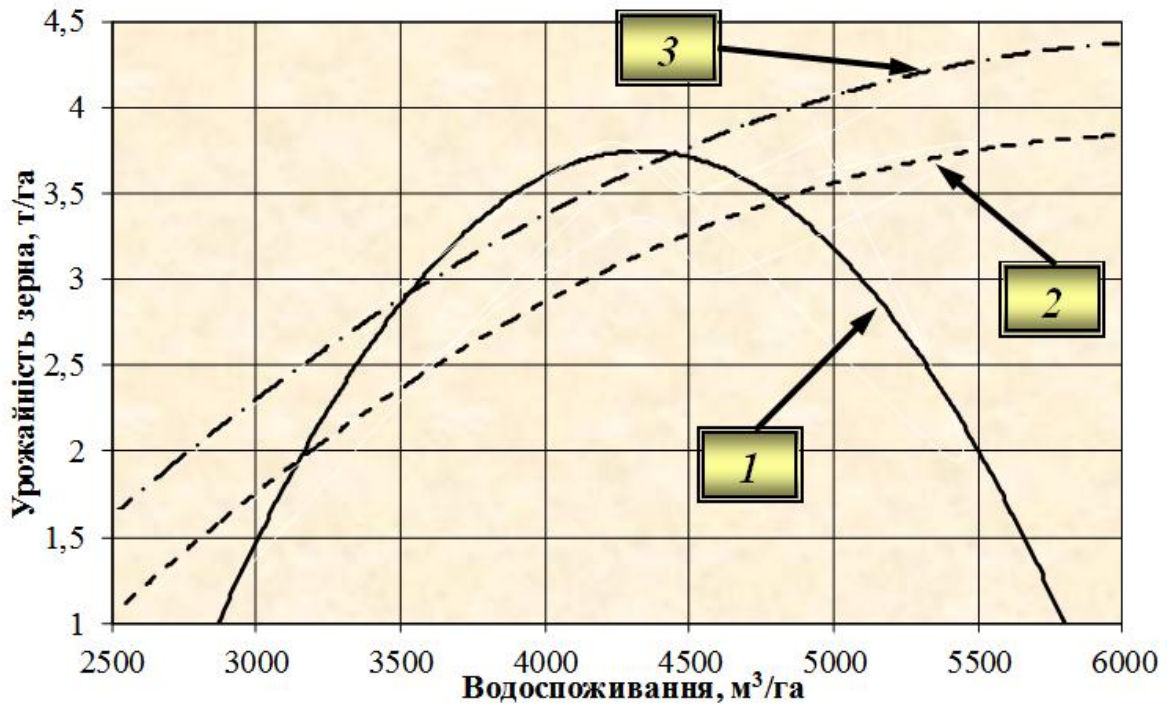


Рис. 6.11 Кореляційно-регресійна залежність між показниками врожайності зерна сої та сумарним водоспоживанням в роки з різним рівнем природного вологозабезпечення:

1 – сухі роки ($y = -0,0409x^2 + 6,8313x - 262,45$; $R^2 = 0,5824$);

2 – середні роки ($y = -0,2166x^2 + 43,719x - 2134,7$; $R^2 = 0,7409$);

3 – вологі роки ($y = -0,0484x^2 + 10,083x - 489,79$; $R^2 = 0,6712$)

Доведено, що в сухі роки продуктивність рослин сої починає знижуватись при перевищенні сумарного водоспоживання більше 4300 м³/га, що можна пояснити реакцією культури на повітряну посуху. Навпаки, в середні й вологі роки потенційна продуктивність збільшується по мірі зростання величини сумарного водоспоживання.

Потенційна врожайність сортів сої вітчизняної селекції за сприятливих умов становить у середні роки близько 4 т/га, а у вологі роки підвищується до 4,3-4,4 т/га.

Побудовані внаслідок регресійного аналізу лінії тренду свідчать про

істотну різницю відносно реакції досліджуваних сортів на умови вологозабезпечення (рис. 6.12).

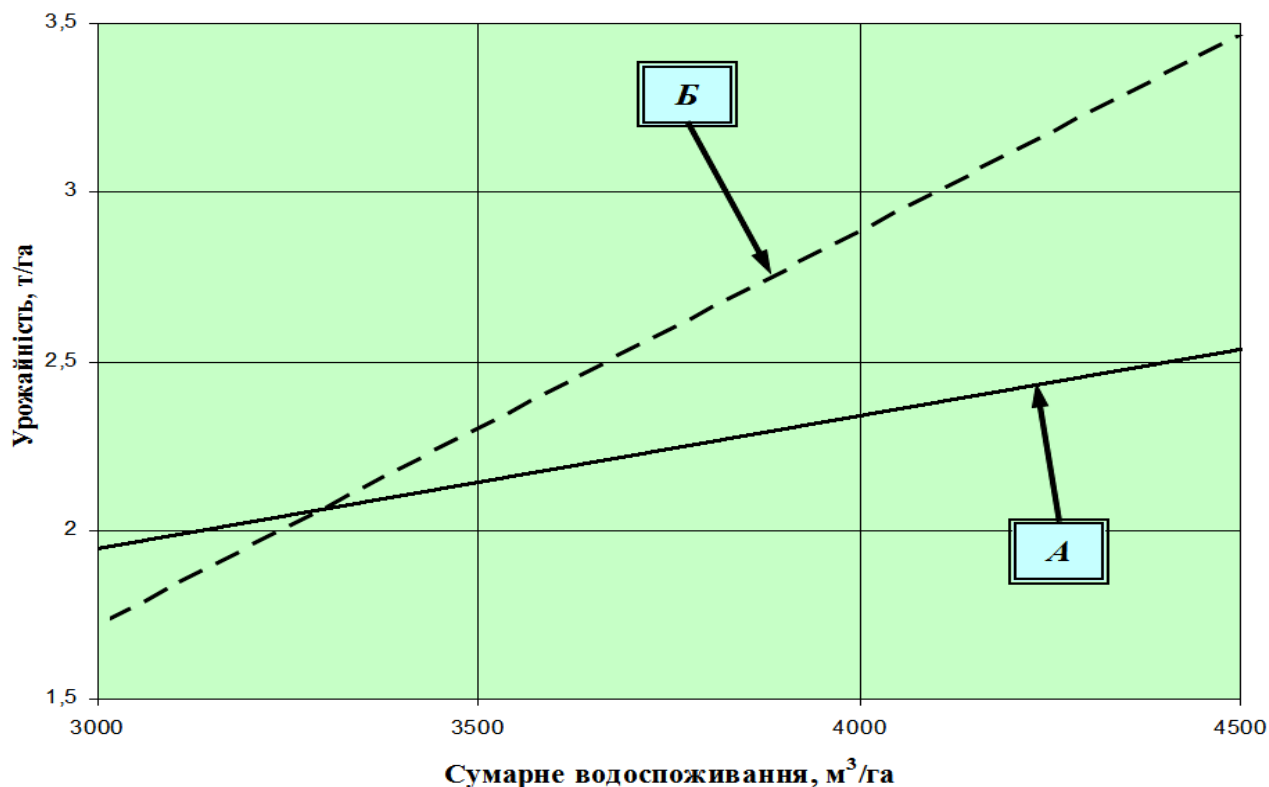


Рис. 6.12 Математична залежність урожайності сої та сумарним водоспоживанням в умовах зрошення по сортах:

А – Діона ($y = 0,0004x + 0,7644$; $R^2 = 0,5513$)

Б – Аполлон ($y = 0,0014x + 2,6806$; $R^2 = 0,3773$)

Сорт Аполлон характеризується швидкою позитивною реакцією на підвищення показників сумарного водоспоживання. Особливо помітна різниця між сортами спостерігається при максимальних змодельованих значеннях сумарного водоспоживання (4500 м³/га), за якого прогнозується рівень урожайності зерна на ділянках з сортом Діона 2,53 т/га, на сорті Аполлон – 3,47 т/га, або в 1,4 рази більший.

Статистичне моделювання показників середньодобового випаровування за фазами розвитку рослин сої довело схожість наростання цього показника між досліджуваними сортами у першу половину вегетаційного періоду (до фази масового цвітіння) та певну різницю між досліджуваними сортами наприкінці вегетації.

Згідно проведеної статистичної оцінки доведено, що між кількістю бобів

на одній рослині та рівнем урожайності зерна існує тісний додатний кореляційний зав'язок (рис. 6.13).

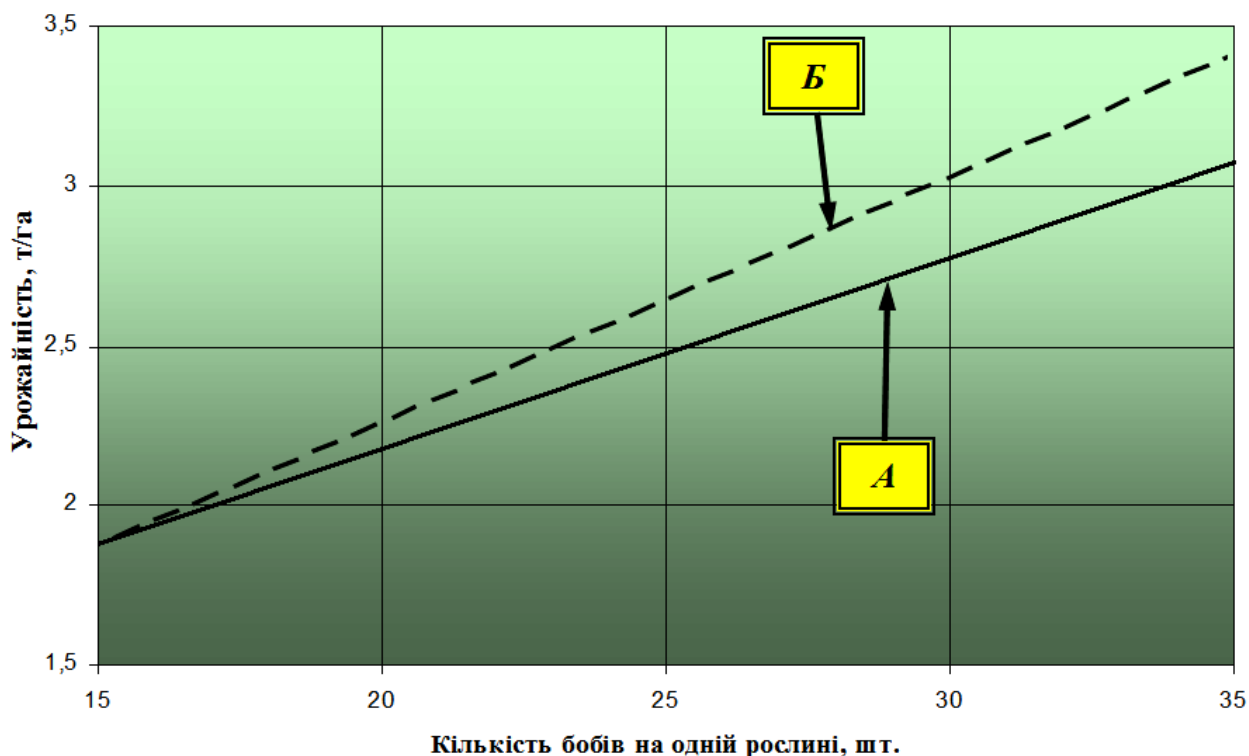


Рис. 6.13 Модель урожайності насіння сої на зрошуваних землях залежно від кількості бобів на одній рослині по сортах:

A – Діона ($y = 0,0596x + 0,9871$; $R^2 = 0,7556$)

B – Аполлон ($y = 0,0732x + 0,8506$; $R^2 = 0,8547$)

Розрахунками доведено, що сорт Аполлон спроможний формувати більш високий рівень урожайності за однакових умов за рахунок підвищення кількості бобів на одній рослині порівняно з сортом Діона. За одержаними рівняннями лінійної регресії можна проводити програмування рівня врожайності досліджуваних сортів в умовах зрошення півдня України.

Сорт Діона характеризувався більш швидким зниженням випаровування з піковими значеннями на рівні 60-63 м³/га, що пояснюється коротшим періодом вегетації та зниженням інтенсивності продукційних процесів по мірі дозрівання зерна (рис. 6.14). Навпаки, сорт Аполлон мав високу спроможність до споживання доступної вологи у фазу наливу бобів і у подальший період росту й розвитку – до 68 м³/га. Отже, в результаті наших досліджень встановлено, що найбільше величина середньодобового випаровування залежить від скоростиглості сорту та від фази розвитку культури.

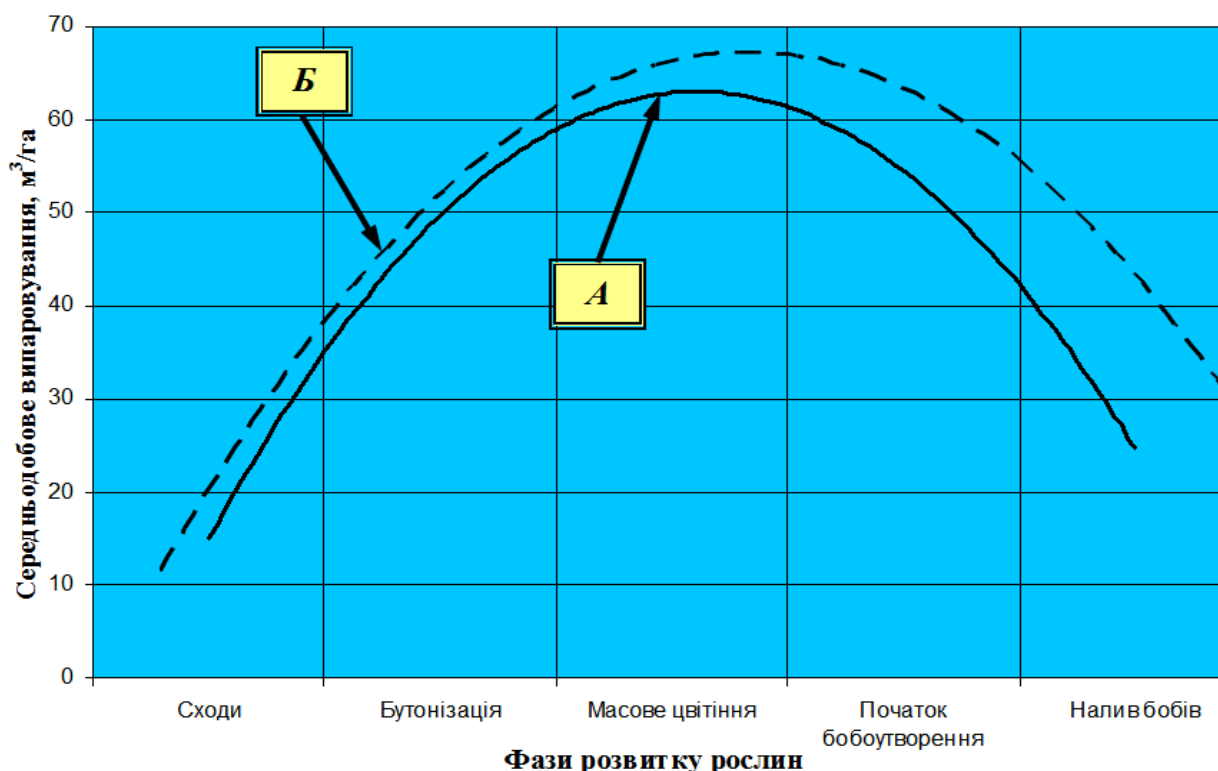


Рис. 6.14 Статистична залежність середньодобового випаровування сої в умовах зрошення за фазами розвитку рослин досліджуваних сортів:

А – Діона ($y = -6,2625x^2 + 42,461x - 15,95$; $R^2 = 0,7438$)

Б – Аполлон ($y = -6,7375x^2 + 45,842x - 14,13$; $R^2 = 0,7298$)

Моделювання середньодобового випаровування помідору раннього з шару ґрунту 0-100 см залежно від умов вологозабезпечення років досліджень свідчить про хвильову динаміку формування цього показника у різні фази вегетації культури (рис. 6.15).

Максимальні значення евапотранспірації відмічаються у період з 50 по 80 день вегетації (від фази цвітіння до формування й наростання плодів), причому у сухі роки даний показник підвищується до 67-73 м³/га за добу, а у вологі та середньовологі – зменшується до 49-52 м³/га за добу.

Одержані дані можна використовувати для планування зрошення помідору з врахуванням природного рівня вологозабезпечення. При цьому необхідно передбачити компенсацію поливами розрахованих у моделі величин середньодобового випаровування (евапотранспірації) та показників дефіциту водозабезпечення рослин.

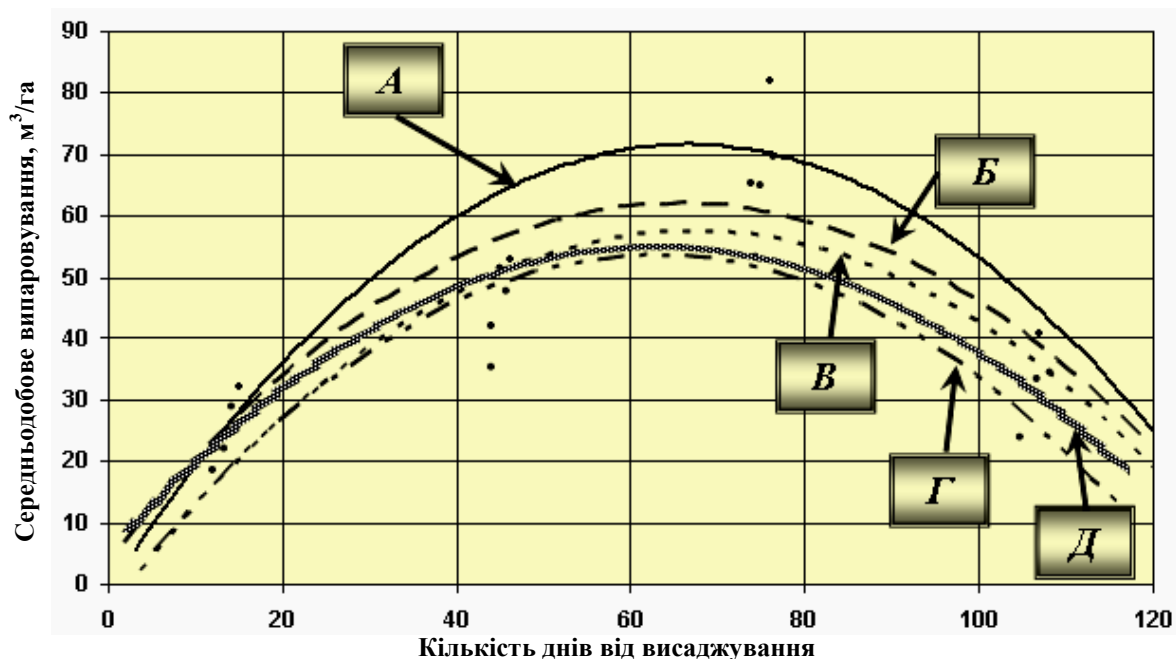


Рис. 6.15 Кореляційна залежність між кількістю днів від висаджування помідору та середньодобовим випаровуванням залежно від умов вологозабезпечення років:

- А* – сухі ($y = -0,0164x^2 + 2,1813x - 0,8728$; $R^2 = 0,7841$);
Б – середньосухі ($y = -0,013x^2 + 1,6938x + 7,8003$; $R^2 = 0,8124$);
В – середні ($y = -0,0148x^2 + 2,0275x - 11,75$; $R^2 = 0,8723$);
Г – середньовологі ($y = -0,0153x^2 + 1,9931x - 9,0663$; $R^2 = 0,6722$);
Д – вологі ($y = -0,014x^2 + 1,8045x - 3,7768$; $R^2 = 0,9295$)

Шляхом моделювання встановлена різниця реакції підвищення врожайності зеленої маси люцерни залежно від величини зрошувальної норми (рис. 6.16).

Аналіз одержаних ліній тренду поліноміальної регресії свідчить, що найкраща реакція рослин на покращення умов вологозабезпечення за рахунок зрошення відмічається у середні роки (позначка 2), що пояснюється найсприятливішим співвідношенням достатньої кількості теплоенергетичних ресурсів за умов подолання дефіциту ґрунтової вологи шляхом проведення вегетаційних поливів.

Розрахунками доведено, що при дефіциті водних та енергетичних ресурсів на товарних посівах люцерни слід використовувати водозберігаючий режим зрошення: під перший і другий укуси поливи проводяться при оптимальній вологості ґрунту (70% НВ в розрахунковому шарі 0,5 м), а під третій та наступні укуси за такою схемою: один полив на відростання нормою,

рекомендованою для площ з різним рівнем ґрунтових вод, або два поливи нормою 50-60% від рекомендованої – перший на відростання і другий на початку бутонізації. За необхідності таку ж схему поливів можна застосовувати й під другий укіс.

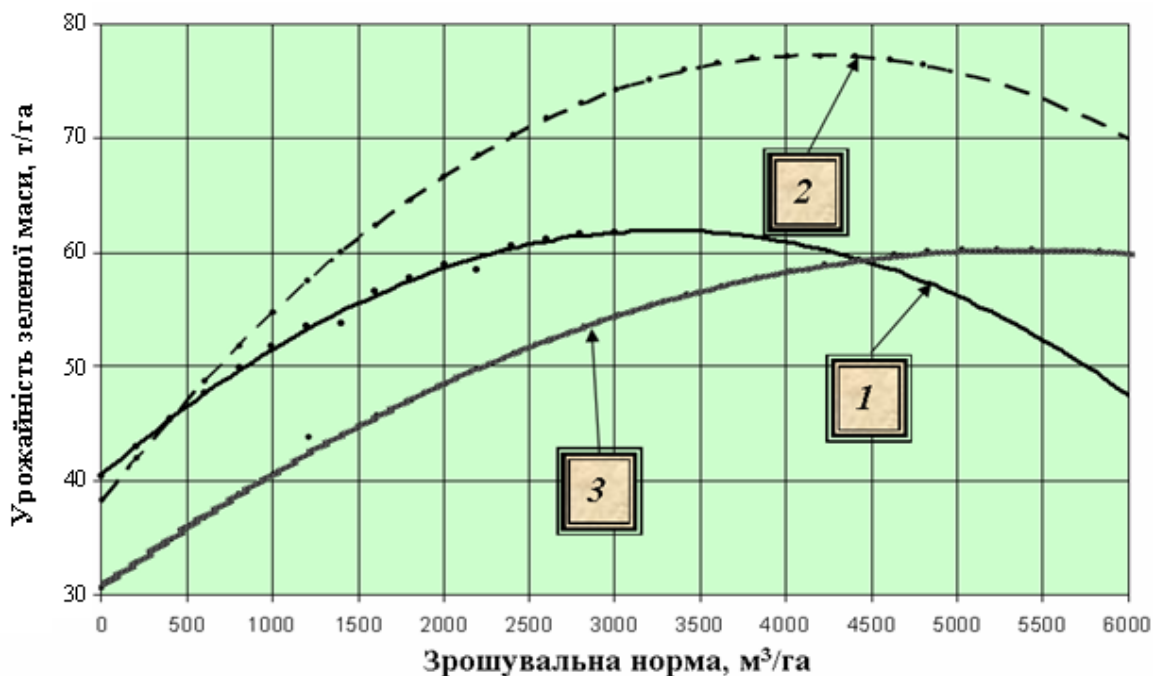


Рис. 6.16 Кореляційно-регресійна залежність урожайності зеленої маси люцерни від зрошувальної норми за роками забезпеченості:

1 – середньовологий ($y = -0,00002x^2 + 0,13x + 404,88$, $R^2 = 0,996$);

2 – середній ($y = -0,00002x^2 + 0,1734x + 412,94$, $R^2 = 0,978$);

3 – середньосухий ($y = -0,00001x^2 + 0,1033x + 303,59$, $R^2 = 0,999$)

6.3 Множинні кореляційні моделі та нейронні мережі продуктивності досліджуваних культур на зрошуваних землях

Передовий досвід провідних країн світу з розвиненим сільським господарством свідчить про необхідність широкого впровадження геоінформаційних технологій, багатоопераційних енергозберігаючих агрегатів, впровадження високопродуктивних сортів і гібридів, нормованого використання зрошення, добрив та пестицидів тощо. Тому важливе значення мають дослідження з розробки й впровадження у виробництво новітніх інформаційних засобів для оптимізації технологічних процесів, скорочення

витрат ресурсів на одиницю рослинницької продукції та вирішення гострих проблем підвищення економічної ефективності та екологічної безпеки землеробства на зрошуваних землях.

За результатами аналізу даних польових дослідів проведено моделювання продуктивності пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої та помідорів.

Статистична обробка одержаних даних дозволила встановити тісні кореляційні зв'язки між урожайністю досліджуваних сортів, з одного боку, та величиною зрошувальних норм і доз азотних добрив, з іншого боку. Так, для сорту Херсонська безоста множинний коефіцієнт регресії (R) становив 0,8734, а для сорту Одеська 267 – зменшив до 0,7412. За результатами математичного моделювання створені кореляційно-регресійні залежності продуктивності досліджуваних сортів пшениці твердої озимої (рис. 6.20) залежно від показників зрошувальної норми ($m^3/га$) та доз азотних добрив (кг д.р./га).

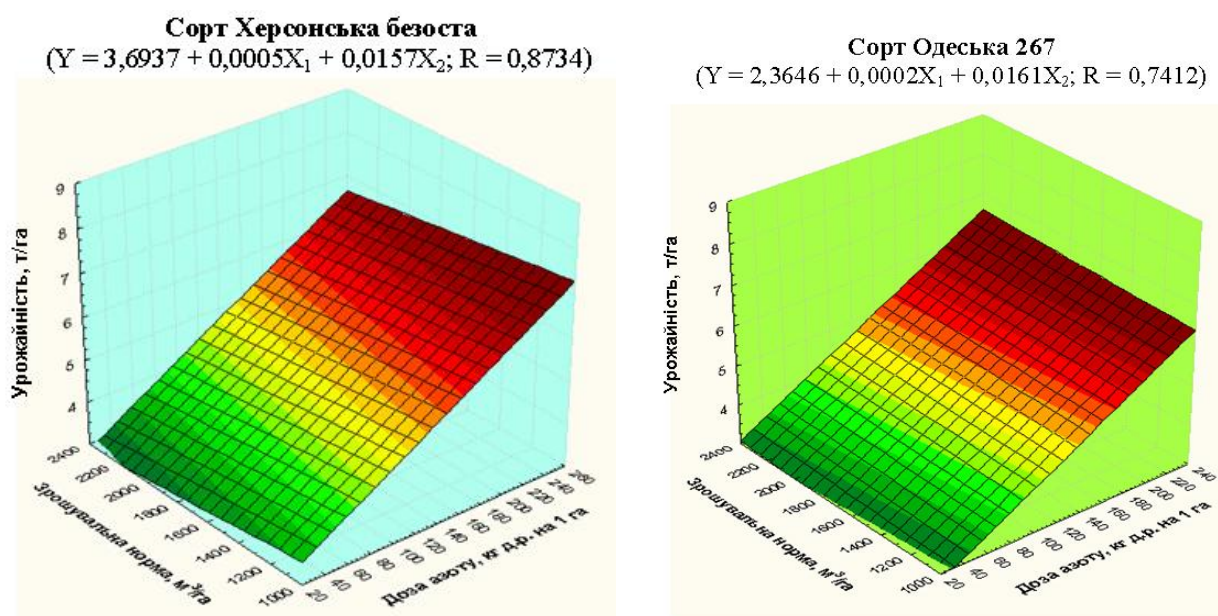


Рис. 6.20 Математичні моделі врожайності досліджуваних сортів пшениці озимої залежно від показників зрошувальної норми (X_1) та доз азотних добрив (X_2)

Згідно проведеного моделювання для сорту Херсонська безоста

оптимальний рівень продуктивності рослин знаходиться за величини зрошувальної норми в межах 1900-2300 м³/га, а стосовно дози внесення азотних добрив цей параметр знаходиться в діапазоні від 120 до 160 кг д.р. За такого сполучення досліджуваних факторів рослини цього сорту спроможні сформувати врожайність понад 7,5 т/га. Оптимальна зона продуктивності (6,8-7,1 т/га) на сорті Одеська 267 була на 7,4-19,8% меншою, ніж на першому сорті за відповідного зниження показників зрошувальної норми та дози азоту.

Отже, за результатами статистичного моделювання доведено, що при вирощуванні пшениці озимої сорту Херсонська безоста, порівняно з сортом Одеська 267, необхідно передбачити збільшення зрошувальної норми приблизно на 12-15%, а дози азотних добрив – на 7,5-9,5%, відповідно. Одержані статистичні залежності та результати моделювання можна використовувати для програмування рівня врожаю досліджуваних сортів з метою оптимізації технології вирощування культури на зрошуваних землях півдня України.

Кореляційно-регресійний аналіз результатів досліджень дозволив встановити залежності між показниками врожайності зерна та показниками виходу сухої речовини з гектару, площею листової поверхні та кількістю продуктивних колосків на період збирання. Поліноміальними лініями регресії доведена перевага потенціалу продуктивності сорту Херсонська безоста, який здатний сформувати теоретичну врожайність на 7,4-17,8% вищу порівняно з сортом Одеська 267.

Створені моделі характеризуються високими та середніми показниками кореляційного зв'язку, що свідчить про їх достовірність та статистичну обґрунтованість. Встановлені регресійні залежності можна використовувати для програмування рівня врожаю досліджуваних сортів пшениці озимої.

З використанням програмного комплексу STATISTICA проведено обробіток отриманих експериментальних даних та розроблена нейронна мережа продуктивності гібридів кукурудзи та сортів помідору залежно від природних та агротехнічних факторів. У пакеті STATISTICA Нейронні Мережі

використано засоби, які полегшують вибір відповідної архітектури мережі.

За результатами узагальнення багаторічних (1970-2015 рр.) експериментальних даних польових дослідів лабораторій: селекції кукурудзи, зрошення, агрохімії, меліоративного ґрунтознавства та автоматизованих систем управління Інституту зрошеного землеробства НААН з використанням засобів програми STATISTICA 6.1 сформовані бази вихідних даних показників продуктивності різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи при інтенсивній технології вирощування залежно від природних та агротехнологічних чинників. За результатами статистичної обробки впливу показників, які обумовлюють інтенсивність продукційних процесів кукурудзи, доведено, що всі досліджувані фактори мають різний ступінь дії та взаємодії (рис. 6.21).

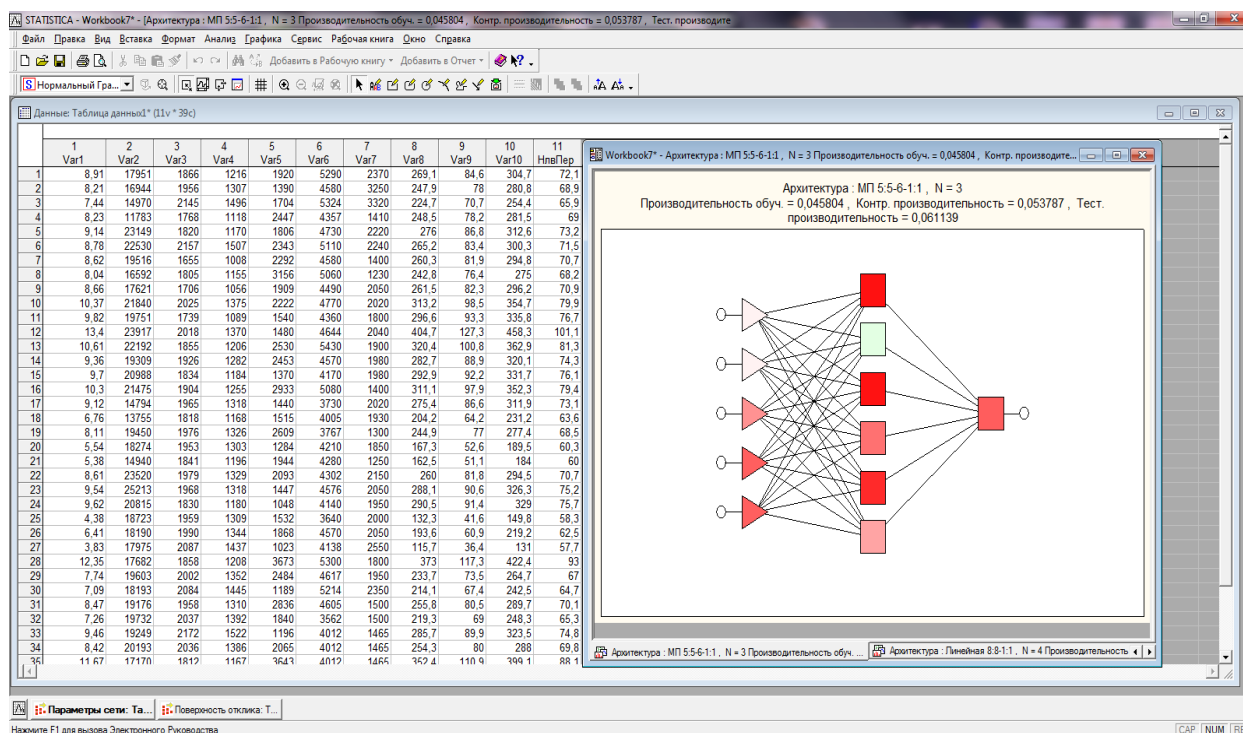


Рис. 6.21 Вихідна база даних для розрахунків синергічної оптимізаційної моделі продуктивності гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України

Середній рівень впливу ($r=0,3507$ та $0,5472$) мають відповідно сумарне водоспоживання та зрошувальна норма. Найтісніші кореляційні зв'язки виявлені щодо впливу на продуктивність рослин густоти стояння рослин та забезпеченості елементами живлення і, в першу, чергу, азотом. Коефіцієнт

кореляції за цими факторами перевищував 0,9, що вказує на наявність дуже тісного взаємозв'язку.

Шляхом статистичної обробки впливу показників, які обумовлюють інтенсивність продукційних процесів кукурудзи, доведено, що всі досліджувані фактори мають різний ступінь дії та взаємодії.

Середній рівень впливу ($r=0,3507$ та $0,5472$) мають відповідно сумарне водоспоживання та зрошувальна норма. Найтісніші кореляційні зв'язки виявлені щодо впливу на продуктивність рослин густоти стояння рослин та забезпеченості елементами живлення і, в першу, чергу, азотом. Коефіцієнт кореляції за цими факторами перевищував 0,9, що вказує на наявність високого ступеня взаємозв'язку.

Зазначені питання є дуже актуальними, оскільки недостатньо вивчені можливості оптимізації технологій сільськогосподарських культур за рахунок використання синергічного ефекту та створення синергічних моделей, які мають найвищі параметри при вирощуванні в умовах зрошення (наприклад, взаємодія чинників – сорт (гібрид), строки сівби, оптимізований режим зрошення, розрахункові дози мінеральних добрив, підвищення густоти стояння рослин, інтегрований захист рослин та ін.). Так, наприклад, одержання високих і сталих врожаїв кукурудзи на зрошуваних землях можливе лише за умов оптимальної кількості поливної води, елементів живлення, густоти стояння рослин та інших агротехнологічних чинників, витрати яких необхідно коригувати з особливостями погодних умов вегетаційного періоду. Встановити оптимум витрат ресурсів для неповторних природних, технологічних та економічних умов, які складаються на локальному виробничому рівні, можна за допомогою математичного моделювання та сучасних комп'ютерних технологій.

Статистичний і графічний інструментарій системи включав гістограми, матриці та графіки похибок для всієї сукупності та за окремими спостереженнями, підсумкові дані про правильну та неправильну класифікацію, а також усі важливі статистичні параметри. Для побудови

математичної моделі продуктивності помідору при вирощуванні на зрошуваних землях півдня України була використана нейронна мережа за п'ятьма вихідними параметрами (рис. 6.22).

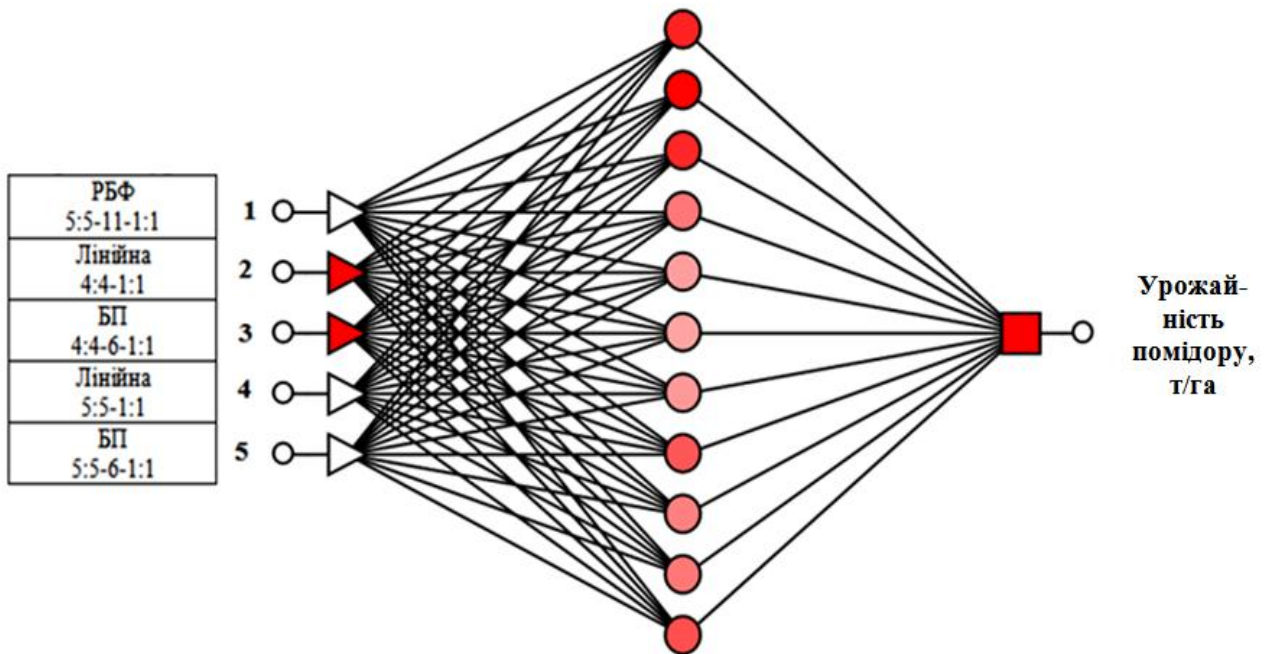


Рис. 6.22 Нейронна мережа продуктивності сортів помідору залежно від вихідних параметрів:

- 1 – глибина основного обробітку ґрунту, см;
- 2 – сума ефективних температур повітря понад 10°C;
- 3 – тривалість сонячного сяйва, год.;
- 4 – водоспоживання, м³/га;
- 5 – дози мінеральних добрив, кг д.р. на 1 га

Проведене моделювання свідчить про важливість впливу (червоне забарвлення) природних факторів **2** (сума ефективних температур повітря понад 10°C) і **3** (тривалість сонячного сяйва). Проте суттєвий парний та множинний нейронний зв'язки відмічено між всіма показниками, особливо в першій тріаді моделі. Інтенсивне червоне забарвлення кінцевого елемента нейронної мережі (урожайність сортів помідору) також свідчить про тісний математичний зв'язок між всіма досліджуваними факторами.

За результатами моделювання продуктивності помідору були отримані основні показники нейронної мережі (табл. 6.2).

Найбільша навчальна (0,2822) та контрольна (0,3555) продуктивність одержані у варіанті з сумою ефективних температур повітря понад 10°C. На

другому місці знаходився п'ятий варіант (доза азотних і фосфорних добрив), на якому ці показники зменшились до 0,2734 та 0,3404, або на 3,1 і 4,2%, відповідно. Навчальна, контрольна та тестова похибка були найвищими на першому варіанті (глибина основного обробітку ґрунту).

Таблиця 6.2

Основні показники нейронної мережі продуктивності помідору залежно від природних та агротехнічних чинників

Архітектура	Продуктивність начальна	Контрольна продуктивність	Тестова продуктивність	Похибка навчальна	Контрольна похибка	Тестова похибка
РБФ 5:5-11-1:1	0,1647	0,1990	0,1409	0,5148	0,9774	0,8592
Лінійна 4:4-1:1	0,2822	0,3555	0,3169	0,0732	0,0790	0,0997
БП 4:4-6-1:1	0,1714	0,2865	0,2094	0,0446	0,0675	0,0655
Лінійна 5:5-1:1	0,2095	0,2272	0,2403	0,0543	0,0576	0,0753
БП 5:5-6-1:1	0,2734	0,3404	0,2277	0,0232	0,0462	0,0479

Примітка. РБФ – радіально базисна функція; БП – багатошаровий перцептрон

За результатами статистичного моделювання розроблені нейронні синергічні оптимізаційні моделі вирощування досліджуваних сільськогосподарських культур при інтенсивних технологіях вирощування залежно від впливу різних факторів.

Висновки до розділу 6

1. Складні агровиробничі системи, які формуються на поливних землях, повинні утворювати єдину систему еколого-безпечного зрошеного землеробства, яке за умов координації між водогосподарськими організаціями, агровиробниками та науковцями, дасть можливість отримувати на поливних землях високі й стабільні врожаї сільськогосподарських культур, підвищить економічну ефективність та екологічну безпеку зрошеного землеробства. Застосування зрошення в зоні рисосіяння в Причорноморській низині сприяло зниженню засоленості ґрунтів на 1,2%.

2. Використання спеціального програмного дає можливість оперативного

контролю за сумарним випаровуванням, коригування строків і норм вегетаційних поливів. Врахування витратної частини водного балансу забезпечує оптимізацію продукційних процесів рослин, підвищує рівень урожайності й якості продукції, має економічний, енергетичний і екологічний ефект. Розрахунками за розробленою моделлю "врожайність зерна кукурудзи – сумарне водоспоживання" доведено, що відправною кількістю вологи, після рівня якої рослини спроможні формувати врожай, є 1200 м³/га. Крім того, зафіксовано зниження приросту врожайності після позначки 5000 м³/га, а після перевищення 5780 м³/га відбувається зниження продуктивності рослин через надмірне перезволоження.

3. За результатами статистичної обробки експериментальних даних продуктивності досліджуваних культур у роки з різним рівнем природного вологозабезпечення встановлено, що на продуктивність рослин мають вплив величина зрошувальної норми, сумарне водоспоживання, середньодобове випаровування (евапотранспірація) та інші чинники. Сорт Аполлон характеризується швидкою позитивною реакцією на підвищення показників сумарного водоспоживання. Особливо помітна різниця між сортами спостерігається при максимальних змодельованих значеннях сумарного водоспоживання (4500 м³/га), за якого прогнозується рівень урожайності зерна на ділянках з сортом Діона 2,53 т/га, на сорті Аполлон – 3,47 т/га, або в 1,4 рази більший. Максимальні значення евапотранспірації у помідору відмічаються у період з 50 по 80 день вегетації (від фази цвітіння до формування й наростання плодів), причому в сухі роки даний показник підвищується до 67-73 м³/га за добу, а у вологі та середньовологі – зменшується до 49-52 м³/га за добу. За створеними математичними моделями можна проводити програмування врожайності сільськогосподарських культур, нормувати ресурси, оптимізувати режими зрошення тощо.

4. Продуктивне використання поливних земель обумовлено необхідністю знаходити й широко використовувати нові підходи до організації виробництва рослинницької продукції на зрошуваних землях, планування та оперативного

управління режимами зрошення. Крім того, важливими напрямками розвитку зрошення в Україні є використання нових економічно- й екологічно обґрунтованих способів поливу, оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур на поливних землях, організації об'єднань дрібних фермерських господарств в асоціації водокористувачів (АВК). Такі асоціації дадуть змогу використовувати технічні засоби зрошення з максимальною ефективністю, вирішувати питання охорони елементів зрошувальних систем, проводити їх реконструкцію та ремонтні роботи тощо.

5. Встановлено, що змодельований оптимальний рівень продуктивності пшениці озимої може бути досягнутий за величини зрошувальної норми в межах 1900-2300 м³/га та внесення азотних добрив у діапазоні від 120 до 160 кг д.р. За такого сполучення досліджуваних факторів рослини цього сорту спроможні сформувати врожайність понад 7,5 т/га. Статистична обробка експериментальних даних врожайності зерна кукурудзи дозволила встановити, що середній рівень впливу ($r=0,3507$ та $0,5472$) мають сумарне водоспоживання та зрошувальна норма. Найтісніші кореляційні зв'язки виявлено щодо впливу на продуктивність рослин густоти стояння рослин та забезпеченості елементами живлення.

6. Виробнича перевірка розроблених за результатами досліджень математичних моделей для встановлення ступеня їх достовірностей дозволила отримати динамічні моделі продуктивності пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої та помідору, які істотно підвищують контроль витрат вологи на рівні кожного поля та сівоzmіни. Доведена висока ефективність моделювання продукційного процесу на виробничому рівні. За результатами моделювання продуктивності помідору були отримані основні показники нейронної мережі. Найбільша навчальна (0,2822) та контрольна (0,3555) продуктивність одержані у варіанті з сумою ефективних температур повітря понад 10°C. На другому місці знаходився п'ятий варіант (дози азотних і фосфорних добрив), на якому ці показники зменшились до 0,2734 та 0,3404, або на 3,1 і 4,2%, відповідно.

РОЗДІЛ 7

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ІНГУЛЕЦЬКОЇ Й ДНІПРОВСЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

У той час, як більшість країн світу мають критерії оцінки якості повітря і води, проте критеріїв оцінки якості ґрунту немає. Традиційно якість ґрунту пов'язана з продуктивністю, водночас нещодавно вона була визначена з точки зору стійкості, тобто здатності ґрунту поглинати, зберігати і переробляти воду, мінерали та енергію, а деградація навколишнього середовища зведена до мінімуму [136, 388]. Проведення узагальненої оцінки виробничого стану ґрунтів протягом останнього десятиліття дало змогу виявити, що 40% погіршень орних земель відбулося в результаті ерозії ґрунтів, забруднення атмосфери, застосування інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, надмірного випасу худоби, вирубки лісів, засолення й опустелювання, тобто пов'язані з діяльністю людини [48, 226, 302].

7.1 Методологічні засади формування оптимізаційних моделей та вирішення проблем підвищення продуктивності зрошуваних агроecosystem

Як відкрита система, ґрунт є динамічним і знаходиться в постійній взаємодії з атмосферою, гідросферою, біосферою і літосферою. Залежно від інтенсивності, з якою ці чинники діють, ґрунт може представляти диференційовані характеристики, які визначають свої потенційні можливості для експлуатації людиною [32]. Хоча структура ґрунту не розглядається як фактор росту рослин, вона впливає на повітряне й водне забезпечення корневих систем, на наявність поживних речовин, активність мікроорганізмів тощо. Це також пов'язано з втратами агрохімікатів при водній і вітровій ерозії,

що має негативний вплив на навколишнє середовище при застосуванні інтенсивних технологій вирощування зернових, овочевих та інших культур. Якість зрошувальної води повинна відповідати агрономічним, екологічним, технічним, санітарно-гігієнічним вимогам [381].

Мінералізація і хімічний склад зрошувальної води можуть створити небезпеку засолення, осолонцювання, содоутворення в ґрунті, негативно впливати на врожайність сільськогосподарських культур і якість рослинницької продукції та збереження матеріалів зрошуваних конструкцій. Тому встановлюють певний вміст у воді іонів хлору, натрію, магнію, карбонатів [396]. Основними загрозами для ґрунту є ерозія, мінералізація органічної речовини, зменшення біологічного різноманіття, забруднення, гідроізоляція, ущільнення, засолення, і деградуєчі наслідки від повеней і зсувів [245, 301].

Стійкість сільськогосподарських культур до мінералізації зрошувальної води залежить від виду рослин, фази їх розвитку, вологості ґрунту. Солестійкі культури знижують врожайність при мінералізації більше 2,5 г/л, середньостійкі – більше 1,4, слабкостійкі – 0,8 г/л. Найбільш стійкі до мінералізації пшениця, жито, ячмінь, буряк цукровий та кормовий, бавовник, соя; слабкостійкі зернові бобові, картопля, овочі, плодови та ягідні [364].

Виникнення засоленості, токсичності ґрунтів утворює проблеми зниження врожайності сільськогосподарських культур, а також обмежує набір культур у сівозмінах. Тому вкрай важливо для підтримки агровиробництва звести до мінімуму засолення і погіршення ґрунтових фізичних умов протягом тривалого терміну. Це призвело до заміни консервативних стандартів визначення якості води за допомогою керівних принципів по конкретних ділянках, на нові, де відповідний вибір культур, поліпшення управління водними ресурсами, підтримка структури ґрунтів є необхідним [311].

З 1,5 млрд гектарів орних земель світу, 77 млн га (5%) не здатні забезпечити формування високих і якісних врожаїв через високий вміст солей і на 20% зрошуваних сільськогосподарських земель відчувається негативний

вплив надмірного вмісту солей. Засолення ґрунтів неухильно зростає на всіх континентах, зокрема, в посушливих і напівпосушливих районах, які охоплюють більш ніж 7% від загальної поверхні суші на Землі [196].

Сольовий стрес вважається основним чинником, що обмежує продуктивність рослинництва. На засолених ґрунтах ріст рослин різко знижується, в основному за рахунок осмотичного стресу. Низький потенціал води в коренях викликає дефіцит води в рослині [434].

Токсичні концентрації іонів Na^+ і Cl^- в рослинах впливають на функції клітинних мембран. Великі кількості цих іонів також зменшують метаболічну активність в рослинах і призводять до гальмування ростових процесів та пошкодження листя. Крім того, сольовий стрес викликає дисбаланс поживних речовин і окисний стрес у рослин, що перешкоджає правильному росту й розвитку. Висока ступінь вмісту водорозчинних солей у верхніх шарах ґрунту спричиняє істотне зниження врожайності польових культур та якості рослинницької і потребує розробки й впровадження методів покращення родючості ґрунтів та попередження їх деградації [267, 303, 324].

Вода є одним з найбільш важливих і дефіцитних ресурсів для сільськогосподарського виробництва в посушливих і напівпосушливих районах. Підвищення продуктивності в посушливих регіонах багато в чому залежить від практики вмілого управління зрошенням з обліком дощової води і стану підземних вод [249]. Відсутність достатніх запасів води для зрошеного землеробства на етапах сьогодення стає значною проблемою, що змушує агровиробників використовувати низьку якість води. Проте необдумане застосування натрієвих і солоних вод становить небезпеку для стану фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунту [153].

Одним з основних джерел зрошення меліорованих угідь півдня України є система зрошувальних вод річки Інгулець, що характеризується нестабільними гідрологічним та гідрохімічним режимами.

Скидання промислових вод Кривбасу в р. Інгулець значно підвищує мінералізацію та погіршує хімічний склад води. У вегетаційний період на

ділянці Кривий Ріг інгулецька вода формується виключно за рахунок ненормованого скидання стічних вод. Внаслідок цих процесів зрошення інгулецькою водою за іригаційними показниками практично непридатне без відповідних меліоративних заходів [36, 140, 417].

Не менш значущим зрошувальним потенціалом для південних сільськогосподарських земель України є води ріки Дніпра. За мінералізованим складом вона більш придатна для зрошення, але ж останнім часом збільшилося забруднення дніпровських вод токсикантами, піднявся рівень ґрунтових вод далеко від берегів, посилилося засолення ґрунтів, майже в 10 разів збільшився об'єм підземного стоку, а разом із цим, особливо в нижній частині басейну, змінився водно-сольовий режим ґрунтів у зонах іригації, знизився вміст гумусу [50, 229]. Тому дослідження в сфері аналізу та динаміки мінералізованого складу інгулецької та дніпровської зрошувальних вод для подальшого використання цих знань в агровиробництві є актуальними на сьогоднішній день.

Сукупність методів і алгоритмів, які використовуються для автоматичного угруповання даних, прийнято називати кластерним аналізом. Використання кластер-аналізу для вирішення нашого завдання найбільш ефективно тому, що він призначений для об'єднання деяких об'єктів у класи (кластери) таким чином, щоб в один клас потрапляли максимально схожі, а об'єкти різних класів максимально відрізнялися один від одного. Кількісний показник подібності розраховується заданим способом на підставі даних, що характеризують об'єкти [374].

Кластерний аналіз включає широкий набір методів аналізу даних, зокрема методи k -середніх, ієрархічної кластеризації та двоходового об'єднання. Дані можуть поступати як в початковому вигляді, так і у вигляді матриці відстаней між об'єктами. Спостереження та змінні можна кластеризувати, використовуючи різні заходи (евклідові розрахунки, евклідовий квадрат, міські квартали (манхетенівське), Чебишева, статичне, відсоток незгоди та 1-коефіцієнт кореляції Пірсона) та різні правила об'єднання (скріплення)

кластерів (одиначний, повний зв'язок, незважене і зважене попарне середнє по групах, незважена, зважена відстань між центрами, метод Варда тощо). Матриці відстаней можна зберігати для подальшого аналізу. При проведенні кластерного аналізу методом k -середніх користувач має повний контроль над початковим розташуванням центрів кластерів. Можуть бути виконані надзвичайно великі обсяги аналізу: так наприклад, при ієрархічному (деревовидному) скріпленні можна працювати з матрицею з 90 тис. відстаней [380].

Крім стандартних результатів кластерного аналізу, доступні також різноманітний набір описових статистик і розширених діагностичних методів (повна схема об'єднання з пороговими рівнями при ієрархічній кластеризації, таблиця дисперсійного аналізу при кластеризації методом k -середніх). Інформація про приналежність об'єктів до кластерів може бути додана до бази даних і використана в подальшому аналізі [412].

Графічні можливості кластерного аналізу включають дендрограми, що настроюються, двоходові діаграми об'єднань, графічне представлення схем об'єднання, діаграми середніх при кластеризації за методом k -середніх, врахування дії та взаємодії факторів.

Кластерний аналіз включає набір різних алгоритмів класифікації. Також цей аналіз дозволяє вирішувати наукові завдання в багатьох галузях науки з організацією спостережень за складними системами. Техніка кластеризації застосовується в найрізноманітніших областях. Наприклад, в області медицини, кластеризація захворювань, лікування захворювань або симптомів захворювань дає можливість проведення таксономізації, що широко використовуються у теперішній час [373, 453].

Об'єднання або метод деревовидної кластеризації використовується при формуванні кластерів відмінності або відстані між об'єктами. Ці відстані можуть визначатися в одновимірному або багатовимірному просторі. Проте алгоритм об'єднання не "підкується" про те, чи є надані для цієї відстані справжніми або деякими іншими похідними заходами відстані, що більш

значуще для дослідника; і задачею дослідників є підібрати правильний метод для специфічних вживань [37, 105, 453].

Одиночний зв'язок (метод найближчого сусіда). В цьому методі відстань між двома кластерами визначається відстанню між двома найближчими об'єктами (найближчими сусідами) в різних кластерах. Це правило повинне, у відомому значенні, нанизувати об'єкти разом для формування кластерів, у результаті кластери мають тенденцію бути представленими довгими "ланцюжками." Повний зв'язок (метод найвіддаленіших сусідів). У цьому методі відстані між кластерами визначаються найбільшою відстанню між будь-якими двома об'єктами в різних кластерах (тобто найбільш "віддаленими сусідами").

Цей метод звичайно працює дуже добре, коли об'єкти походять насправді з реально різних структурних елементів. Якщо ж кластери мають деякого роду подовжену форму або їх природний тип є ланцюжковими, то цей метод непридатний.

Існують і інші методи, що використовуються залежно від проблематики дослідження, це і метод двоходового об'єднання, Варда, зважений центроїдний метод (медіана), зважене і незважене попарне середнє [170].

Обчислення починаються з випадково вибраних спостережень, які стають центрами груп, після чого об'єктний склад кластерів міняється з метою мінімізації мінливості усередині кластерів і максимізації мінливості між кластерами. Кожний наступний нагляд ($K+1$) відноситься до тієї групи, міра схожості з центром тяжкості якого мінімальна. Після зміни складу кластера обчислюється новий центр тяжкості, як вектор середніх по кожному параметру. Алгоритм продовжується до тих пір, поки склад кластерів не перестане мінятися. Коли результати класифікації одержані, можна розрахувати середнє значення показників по кожному кластеру, щоб оцінити, наскільки вони розрізняються між собою. В ідеалі повинні вийти середні, що сильно розрізняються, для більшості, якщо не для всіх ознак, що використовуються в аналізі. Значення F-статистики, одержані для кожного

параметра, є іншим індикатором того, наскільки добре проведена класифікація [176].

З обчислювальної точки зору ви можете розглядати цей метод, як дисперсійний аналіз "навпаки". Програма починає з випадково вибраних кластерів, а потім змінює приналежність об'єктів до них, щоб:

- 1) мінімізувати мінливість усередині кластерів,
- 2) максимізувати мінливість між кластерами.

Даний спосіб аналогічний методу "Дисперсійний аналіз навпаки" в тому значенні, що критерій значущості в дисперсійному аналізі порівнює міжгрупову мінливість з внутрішньогруповою при перевірці гіпотези про те, що середні в групах відрізняються один від одного. В кластеризації методом середніх програма переміщає об'єкти (тобто блоки даних) з одних груп (кластерів) в інші для того, щоб одержати найбільш значимий результат відповідно до критерію дисперсійного аналізу [105].

Всі кластерні алгоритми потребують оцінок відстаней між кластерами або об'єктами, і ясно, що при обчисленні відстані необхідно задати масштаб вимірювань. Оскільки різні вимірювання використовують абсолютно різні типи шкал, дані необхідно стандартизувати так, що кожна змінна матиме середнє 0 і стандартне відхилення 1. Аналіз статистичних даних катіонно-аніонного складу зрошувальної води з річок Інгулець та Дніпро за допомогою методу кластеризації та методів кореляційно-регресійного аналізів дозволив розподілити всі роки досліджень та показники катіонно-аніонного складу води на кластерні групи.

Проведення цієї роботи дозволило з високим рівнем точності відстежити динаміку змін та взаємозалежностей у складній системі «поливна вода – ґрунти – сільськогосподарські культури», провести характеристику закономірностей показників мінералізованих вод протягом досліджуваних років та відібрати їх за відповідними характеристиками для подальшого використання цієї інформації в науковій роботі та на практичному рівні [189].

7.2 Практичні аспекти кластеризації хімічного складу інгулецької та дніпровської зрошувальних вод

Продуктивність зрошення значною мірою обумовлена якістю поливної води, оскільки якщо проводити штучне зволоження водою низької якості (II або III класів), то замість приросту врожайності сільськогосподарських культур буде відмічено негативний вплив на продуктивність рослин. Крім того, зрошення водою з низькою якістю призведе до погіршення й втрати родючості ґрунтів внаслідок вторинного осолонцювання, деградаційних процесів, кіркоутворення, переушілення тощо. За результатами лабораторних аналізів лабораторії аналітичних досліджень Інституту зрошувального землеробства НААН встановлено, що поливна вода з Інгулецької зрошувальної системи має концентрацію токсичних іонів у еквівалентах хлору в межах 25-42 мг-екв/дм³, відношення натрію до суми лужних катіонів становило 41-47% (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Іригаційна оцінка зрошувальної води (2008-2012 рр.)

Дата відбору	Мінералізація, г/дм ³	Концентрація токсичних іонів, мг.-екв/дм ³	$\frac{Na^+ \times 100}{\text{Сума катіонів}}$	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	$\frac{Ca^{2+}}{Na^+}$	Клас води за небезпекою (ДСТУ-2730-94 "Якість води. Агрономічні критерії")			
						засолення	підлуження	осолонцювання	токсичного впливу на рослини
III декада травня	1,809	42	42	1,4	0,2	III	III	II	III
I декада липня	1,750	25	41	1,6	0,3	II	III	II	II
II декада вересня	1,580	25	47	1,8	0,2	II	III	II	II

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з к.с.-г.н. Мелашичем А.В., к.с.-г.н. Сафоновою О.П. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Слід відзначити, що мінералізація, концентрація токсичних іонів та інші

показники якості поливної води суттєво змінюються у різні періоди поливного сезону, а найбільших значень досягають на початкових етапах зрошувального сезону (III декада травня) з подальшим зменшенням у липні і, особливо, у вересні місяцях. Контроль якості поливної води дозволяє за ступенем небезпеки засолення і осолонцювання середньосуглинкових низько буферних ґрунтів Інгулецької зрошувальної системи віднести їх до другого класу – обмежено придатних для зрошення в літньо-осінній період.

Аналізом багаторічних досліджень доведено, що катіонно-аніонного складу інгулецької та дніпровської води за період з 1973 по 2015 рр., нами здійснено кореляційно-регресійний, дисперсійний аналіз, що реалізовані в програмному комплексі Excel, та кластерний аналіз, що втілені в програмно-інформаційному комплексі Statistica 6.1. За результатами узагальнення експериментальних даних було сформовано ряд статистичних вибіркової залежностей, наочних графіків, діаграм, що дозволило зробити чимало корисних висновків для використання отриманих знань в агроеліоративній практиці рослинництва.

Програмно-інформаційний комплекс Statistica 6.1 – продукт компанії StatSoft Russia - ексклюзивного представника американської компанії StatSoft Inc. (Входить в компанію Dell) на території України та інших країн. StatSoft на сьогоднішній день є одним з найбільших у світі розробників статистичного і аналітичного програмного забезпечення, що пропонує широкий спектр аналітичних та консалтингових послуг в різних областях застосування аналізу даних [38, 59, 105]. Вхідними даними для розрахунків у програмі Statistica можуть бути дані, що підготовлені в різноманітних спеціалізованих або службових програмах Microsoft Office Windows (Word, Eccess, Excel) та web-додатках [128], нами був зібраний матеріал стосовно характеристик мінералізованого складу інгулецької та дніпровської води, сформовані бази даних, які представлені в електронних таблицях програми Excel (рис. 7.1) згідно з вегетаційними періодами станом на 15.05, 15.07 та 15.09 за 1973-2015 роки дослідження. Після імпорту даних з Excel до Statistica інформація в

таблицях повинна бути стандартизована, як це відображено на рисунку 7.2.

Хімічний склад води Інгулецького каналу (15.09)

№	Na	Mg	Період	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Мінералізація, г/л	% від суми аніонів				% від суми катіонів			С _т
3	Ca+Mg	Ca										CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na	N
4	2,39	0,32	1973	0,34	2,56	14,4	6,8	5,3	1,7	16,76	1,504		10,8	60,6	28,6	23,7	7,2	70,5	
5	0,35	1,82	1974	0,64	2,88	3,52	4,4	2,2	4	5,24	0,744	5,6	25,2	30,8	38,4	19,2	35	45,8	
6	1,67	1,39	1975	0,32	1,28	15,44	5,94	3,6	5	14,38	1,395	1,4	5,6	67,2	25,8	15,7	21,8	62,5	
7	1,34	1,15	1976	0,25	2,25	13,8	11,4	4,2	9,17	14,08	1,265	1,2	4,7	68,2	21,3	11,2	18,9	51,5	
8	2	0,76	1977	0,63	2,44	8,03	7,4	3,5	2,67	12,33	1,193	3,4	13,2	43,4	40	18,9	14,4	66,7	
9	1,58	1,11	1978	0,56	1,84	4,39	5,21	2,1	2,33	7,01	0,75		16,1	38,4	45,5	18,4	20,4	61,2	
10	0,58	2,26	1979	0,17	2,56	4,65	5	2,4	5,42	4,56	0,784	1,4	20,7	37,6	40,3	19,4	43,8	36,8	
11	1,76	1,04	1980	0,23	3,11	11,44	10	4,4	4,58	15,8	1,589	0,9	12,5	46,2	40,4	17,8	18,5	63,7	
12	1,29	1,01	1981	0,64	3,2	1,83	6	2,4	2,42	6,2	0,769		29	16,6	54,4	21,8	21,9	56,3	
13	2,1	2,24	1982	0,57	3,2	13,13	15,21	3,2	7,17	21,7	2,057	1,8	10	40,9	47,3	10	22,3	67,7	
14	0,56	1,99	1983	0,64	2,89	4,17	6	2,8	5,58	4,68	0,842		22,1	31,9	46	21,4	42,7	35,9	
15	1,01	1,49	1984	1,43	2,39	5,18	5	2,8	4,17	7,03	0,88	10,2	17,1	37	35,7	20	29,8	50,9	
16	1,74	2,6	1985	0,97	2,56	15,52	14,4	3,4	8,83	21,2	2,089	2,9	7,6	46,4	43,1	10,2	26,4	63,4	
17	1,01	0,44	1986	0,47	2,56	2,65	3,6	3,2	1,42	4,66	0,626	5,1	27,6	28,6	38,7	34,5	15,3	50,2	
18	0,61	1,38	1987	0,64	3,12	4,88	2	2,6	3,6	3,8	0,641		31,2	48,8	20	26	36	38	
19	1,03	1,1	1988	0,96	2,48	9,04	4,6	4	4,4	8,68	0,904	5,6	14,5	52,9	27	23,4	25,8	50,8	
20	0,91	1,46	1989	0,8	3,68	4,32	3,4	2,6	3,8	5,8	0,795	6,5	30,2	35,4	27,9	21,3	31,1	47,6	
21	0,71	2	1990	0,96	2,48	4,24	4,6	2,4	4,8	5,08	0,774	7,8	20,2	34,5	37,5	19,5	39,1	41,4	
22	0,24	0,53	1991	0,48	3,28	1,76	0,2	3	1,6	1,12	0,391	8,4	57,3	30,8	3,5	52,4	28	19,6	
23	0,69	0,8	1992	0,48	2,88	3,36	2,4	3	2,4	3,72	0,598	5,3	31,6	36,8	26,3	32,9	26,3	40,8	

Рис. 7.1 Копія екрану таблиці Excel з інформацією щодо іонно-катіонного складу зрошувальної води р. Інгулець станом на 15.09 1973-2015 років дослідження

Данные: 1509.sta (8v * 43c)

Таблица_1509.sta	1	2	3	4	5	6	7	8
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Мінералізація, г/л
1973	-0.821521	0.288762	1.122164	0.071061	1.142419	-1.532777	1.167457	0.815275293
1974	-0.26714	0.769798	-0.92252	-0.5932	-1.05346	-0.52706	-0.80887	-0.746734238
1975	-0.97675	-1.63538	1.317612	-0.16697	-0.06177	-0.08979	0.759154	0.591250242
1976	-0.42236	-0.17724	1.009405	1.344235	0.363235	1.733602	0.707687	-0.247302243
1977	-0.28931	0.108373	-0.07495	0.237127	-0.13261	-1.10862	0.407465	0.176084551
1978	-0.82152	-0.79357	-0.75902	-0.36901	-1.1243	-1.25729	-0.50521	-0.734402584
1979	-1.30938	0.288762	-0.71016	-0.42714	-0.91179	0.093859	-0.92552	-0.66452321
1980	-1.17633	1.115543	0.565889	0.956747	0.504905	-0.27344	1.002763	0.989973727
1981	-0.59977	1.250835	-1.24012	-0.15036	-0.91179	-1.21794	-0.64417	-0.695352346
1982	-0.42236	1.250835	0.883492	2.398755	-0.34511	0.859073	2.014942	1.95184275
1983	0.509002	0.784831	-0.80037	-0.15036	-0.62845	0.163822	-0.90494	-0.54531722
1984	1.484717	0.033211	-0.61056	-0.42714	-0.62845	-0.45272	-0.50178	-0.467216743
1985	0.464651	0.288762	1.332646	2.174566	-0.20344	1.584932	1.929165	2.01761158
1986	1.152087	0.288762	-1.08602	-0.81463	-0.34511	-1.6552	-0.90837	-0.98925677
1987	-0.06756	1.130576	-0.66693	-1.25747	-0.77012	-0.70196	-1.05591	-0.958427635
1988	0.442476	0.168503	0.114856	-0.53785	0.221565	-0.35215	-0.21871	-0.417890126
1989	0.08767	1.972389	-0.77218	-0.86998	-0.77012	-0.61451	-0.71279	-0.641915177
1990	0.442476	0.168503	-0.78721	-0.53785	-0.91179	-0.17724	-0.83631	-0.685075967
1991	-0.62194	1.371094	-1.25328	-1.75567	-0.48678	-1.57649	-1.51568	-1.47224656
1992	-0.62194	0.769798	-0.95259	-1.14676	-0.48678	-1.22668	-1.06963	-1.04680449
1993	0.442476	0.288762	0.295269	-0.92534	-0.20344	0.959644	-0.69221	-0.247302243
1994	0.797281	-0.31253	-0.53162	-0.75927	-1.05346	-0.70196	-0.52751	-0.648081005
1995	-0.26714	0.288762	-0.72707	-0.98069	-0.62845	-0.96432	-0.85004	-0.861829677
1996	3.635726	-0.19227	0.370442	-0.20572	0.221565	-0.08979	0.31654	0.328174952
1997	0.797281	0.168503	0.009615	0.458549	-0.77012	0.872191	0.090087	0.301456368
1998	-0.62194	0.168503	0.746303	0.790681	0.363235	0.697285	0.65279	0.885154666
1999	0.442476	0.048243	-0.45645	-1.5896	-1.76181	0.347473	-1.20001	-1.0632467
2000	-0.62194	0.769798	-0.6068	-0.31643	-0.34511	-0.4396	-0.58241	-0.428166505
2001	0.797281	-0.91383	0.520786	-0.09501	0.221565	0.347473	0.055776	0.241853373
2002	-1.59766	0.168503	-0.78721	-1.20211	-0.62845	-1.05177	-1.02846	-1.02830701
2003	1.152087	-1.03409	-0.29107	-0.42714	-0.77012	0.26002	-0.603	-0.438442883
2004	1.152087	-2.35694	3.64795	2.285276	2.346612	2.883609	2.781797	3.20761621
2005	0.08767	0.890057	0.129891	0.181772	0.221565	0.697285	-0.11578	0.29117999
2006	-0.26714	-1.75564	1.272508	-0.70391	-0.06177	-0.4396	0.572158	0.295290541
2007	1.861698	-1.03409	1.016923	1.288879	-0.16803	0.609832	1.438515	1.31470729

Рис. 7.2 Стандартизовані дані таблиці показників мінералізації станом на 15.09 з 1973 по 2015 роки дослідження

Далі починаємо формувати ієрархічну класифікацію кластерного аналізу, для цього в інтерактивному режимі Statistica вибираємо «Кластерний аналіз» меню «Аналіз» - «Багатовимірний розвідувальний аналіз» для відображення стартової панелі модуля «Кластерний аналіз» «Ієрархічна класифікація».

Для формування ієрархічної діаграми кластерного аналізу вибираємо метод повного зв'язку, що визначає відстань між кластерами як найбільшу відстань між будь-якими двома об'єктами в різних кластерах (тобто найбільш віддаленими позиціями). На виході отримуємо ієрархічне дерево для аналізу (рис. 7.3.)

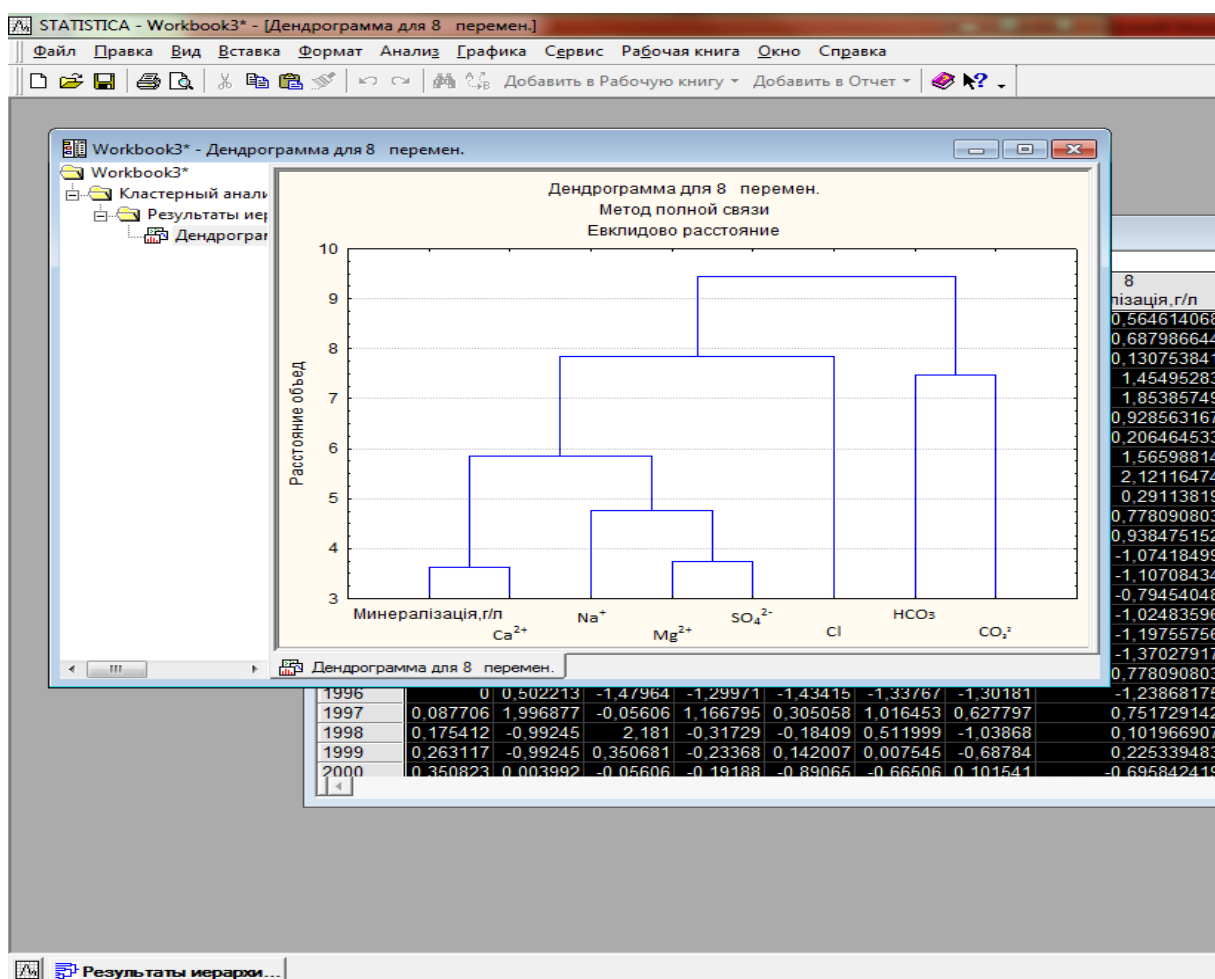


Рис. 7.3 Ієрархічна модель кластерного аналізу щодо хімічного складу інгулецької зрошувальної води станом на 15.09 з 1973 по 2015 роки дослідження

На основі отриманих даних формуємо кластери, які для вертикальної дендрограми утворюються зверху вниз. При переміщенні зверху вниз

показники, які "тісніше стикаються один з одним" об'єднуються і формують кластери. Кожний вузол діаграми, наведеної вище, представляє об'єднання двох або більш кластерів, положення вузлів на вертикальній осі визначає відстань, на якій були з'єднані відповідні кластери.

Як було вже відмічено, метод повного зв'язку визначає відстань між кластерами як найбільшу відстань між будь-якими двома об'єктами в різних кластерах (тобто "найбільш віддаленими сусідами"). Міра близькості, яка визначається евклідовою відстанню, є геометричною відстанню в n -вимірному просторі і обчислюється за формулою (7.1):

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (7.1)$$

Аналізуючи сформоване програмою ієрархічне дерево кластеризації, можна зробити припущення, що досліджувані характеристики іонно-сольового складу води формуються в 4 природних кластерах (1 кластер – мінералізація, Ca^{2+} ; 2 кластер – Na^+ , Mg^{2+} , SO_4 ; 3 кластер – Cl ; 4 кластер – HCO_3^- , CO_4^{2-}).

Перевіримо дане припущення, розбивши початкові дані методом k -середніх на кластери, і перевіримо значущість відмінності між одержаними групами.

В пункті меню «Аналіз» – «Багатомірний розвідувальний аналіз» стартового модуля «Кластерний аналіз» у діалозі вибираємо «Кластеризація методом середніх» та задаємо необхідні параметри для подальшого формування. Метод надає можливість кластеризувати об'єкти або змінні (в нашому випадку спостереження) для того, щоб кластеризувати показники катіонно-аніонного складу зрошувальної води.

Початкову кількість кластерів задаємо на рівні 4, оскільки як результати методу k -середніх залежать певною мірою від початкової конфігурації (тобто від середніх або центрів кластерів). Зокрема, це відбувається, коли формується багато маленьких чітко розрізнених кластерів (з декількома об'єктами).

В результаті функціонування модулю отримуємо перелік пунктів з вже сформованими даними і графіками, що відображені на рис. 7.4.

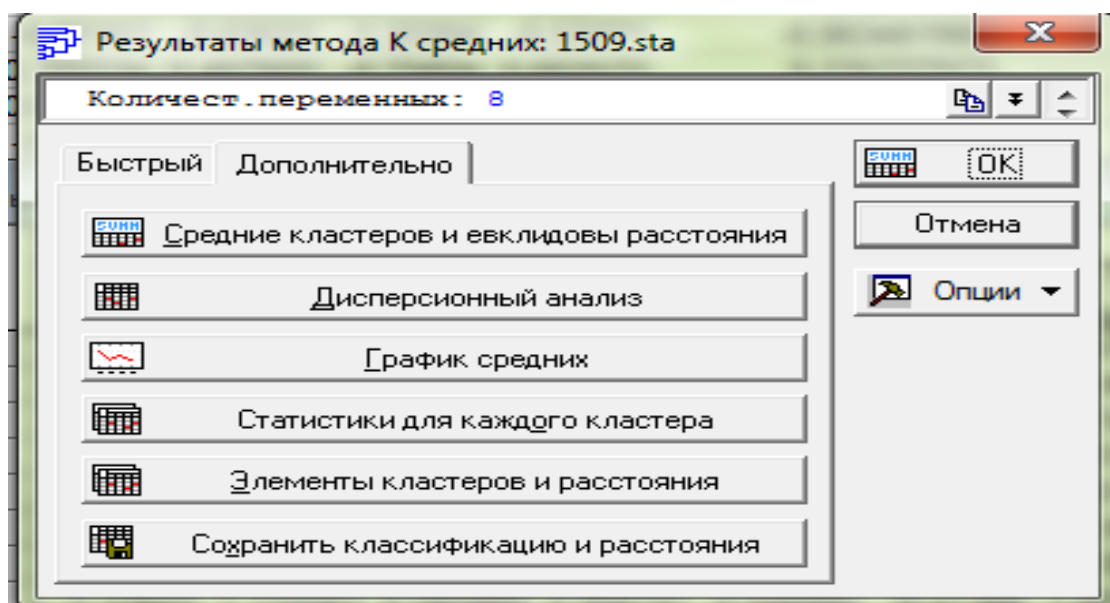


Рис. 7.4 Копія форми екрану результату методу *k*-середніх

Засобами кластерного аналізу методом *k*-середніх знаходимо міжгрупові дисперсії за нашими досліджуваними показниками хімічного складу зрошувальної води, які порівнюються з внутрішньогруповими дисперсіями для прийняття рішення, чи є середні для окремих змінних у різних сукупностях значимо різними. Можемо брати до уваги результати дисперсійного аналізу, порівнюючи для кожного вимірювання середні (тобто вимірювання характеристик) між сумами (кластерами) (рис. 7.5).

Дисперсионный анализ (Таблица_1509.sta)						
	Между	сс	Внутри	сс	F	значим.
CO ₄ ²	18,22074	4	24,77926	49	9,96119	0,000052
HCO ₄	11,14581	4	40,86419	49	4,69041	0,006844
Cl	25,41665	4	16,58445	49	19,92459	0,000000
SO ₄ ²⁻	40,89749	4	11,10251	49	46,17805	0,000000
Ca ²⁺	19,44948	4	22,65052	49	11,10541	0,000021
Mg ²⁺	19,27717	4	22,72284	49	11,02870	0,000022
Na ⁺	44,78601	4	7,21499	49	62,68642	0,000000
Мінералізація,г/л	42,10275	4	9,89725	49	42,16684	0,000000

Рис. 7.5 Копія форми екрану з результатами дисперсійного аналізу хімічного складу інгулецької води станом на 15.09 з 1973 по 2015 років дослідження

Виходячи з амплітуди (і рівнів значущості) F-статистики, змінні Na⁺,

мінералізація, SO_4^{2-} і Cl є головними при вирішенні питання про розподіл об'єктів по кластерах. Пункт «Елементи кластерів і відстаней» розшифровує, з яких членів (у нашому випадку років) складається кожен кластер (рис. 7.6).

Элементы кластера номер 1 (1509.sta) и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 12 набл.								
	1973	1975	1976	1980	1998	2006	2009	2010
Расст.	0,851568	0,639056	0,684192	0,744625	0,398130	0,807608	0,817952	0,680290

Элементы кластера номер 2 (1509.sta) и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 11 набл.								
	1977	1984	1988	1993	1996	1997	2001	2003
Расст.	0,644576	0,483922	0,272396	0,510844	1,022980	0,514497	0,436094	0,567067

Элементы кластера номер 3 (1509.sta) и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 4 набл.				
	1982	1985	2004	2007
Расст.	0,877693	0,392230	1,367435	0,766304

Элементы кластера номер 4 (1509.sta) и расстояния до центра кластера. Кластер содержит 16 набл.								
	1974	1978	1979	1981	1983	1986	1987	1989
Расст.	0,164392	0,606699	0,517077	0,443504	0,485883	0,623936	0,278449	0,519880

Рис. 7.6 Фрагмент копії екрану з елементами кластерів і відстаней таблиці хімічного складу інгулецької зрошувальної води станом на 15.09 з 1973 по 2015 роки дослідження

За результатами таблиць дисперсійного аналізу можна сказати, що для даних хімічного складу зрошувальної води станом на 15.05 головними при вирішенні питання про розподіл об'єктів по кластерах були змінні CO_4^{2-} , мінералізація та SO_4^{2-} (рис. 7.7), а для даних хімічного складу зрошувальної води станом на 15.07 - показники Ca^{2+} , SO_4^{2-} та мінералізації (рис. 7.8).

Дисперсионный анализ (1505.sta)						
	Между	сс	Внутри	сс	F	значим.
CO_4^{2-}	26,57292	4	15,42708	49	22,49241	0,000000
HCO_4	9,17411	4	42,82589	49	4,64421	0,020996
Cl	16,74214	4	25,25786	49	8,61704	0,000164
SO_4^{2-}	22,09274	4	19,90727	49	14,42716	0,000002
Ca^{2+}	15,55882	4	26,44118	49	7,64961	0,000487
Mg^{2+}	19,75545	4	22,24455	49	11,54544	0,000015
Na^+	20,44408	4	21,65692	49	12,21144	0,000009
Мінералізація, г/л	24,68272	4	17,41728	49	18,52921	0,000000

Рис. 7.7 Копія форми екрану з результатами дисперсійного аналізу хімічного складу інгулецької води станом на 15.05 з 1973 по 2015 роки дослідження

Дисперсионный анализ (Таблица_0507.sta)						
	Между	сс	Внутри	сс	F	значим.
CO ₂	21,90194	4	20,09806	49	14,16680	0,000002
HCO ₄	11,22676	4	40,77424	49	4,74269	0,006484
Cl	12,89094	4	29,10907	49	5,75704	0,002426
SO ₄ ²⁻	41,04442	4	10,96658	49	46,78762	0,000000
Ca ²⁺	42,70105	4	9,29895	49	45,71640	0,000000
Mg ²⁺	24,64500	4	17,45500	49	18,46068	0,000000
Na ⁺	27,65270	4	14,44740	49	25,05594	0,000000
Мінералізація,г/л	29,86498	4	12,14602	49	41,99004	0,000000

Рис. 7.8 Копія форми екрану з результатами дисперсійного аналізу хімічного складу інгулецької води станом на 15.07 з 1973 по 2015 років дослідження

Іншим способом визначення природи кластерів є перевірка середніх значень для кожного кластера, що надається за допомогою графіку середніх. Зазвичай, цей графік дає найкраще уявлення результатів (рис. 7.9).

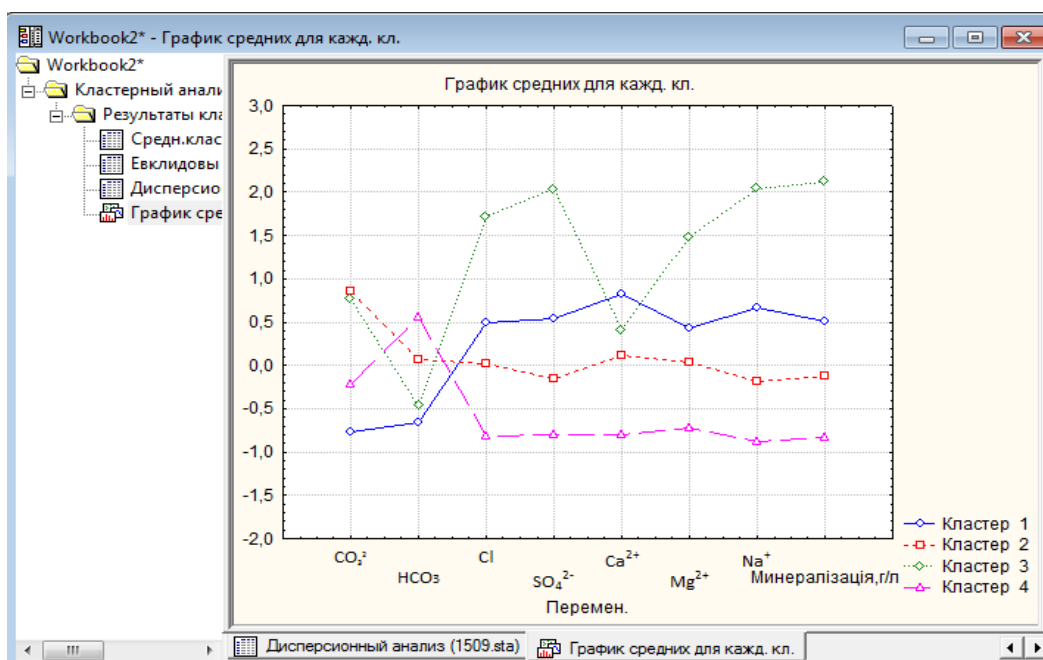


Рис. 7.9 Графік середніх катіонно-аніонного складу інгулецької води станом на 15.09 з 1973 по 2015 роки дослідження

Якщо подивитись на лінію графіку середніх кластеру 4, то можна спостерігати у членів цього кластеру (в окремі роки проведення досліджень) більш високі показники мінералізації, аніонів SO₄²⁻, Cl, катіонів Na⁺, Mg²⁺

порівняно з кластерами 1, 2, 3. Компоненти кластеру 2 характеризуються більш підвищеним вмістом CO_4^{2-} ; елементам кластеру 1 притаманні найнижчі показники CO_4^{2-} , а в кластері 4 скомпоновані роки з найнижчими рівнями Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ і найвищим рівнем HCO_3^- , CO_4^{2-} . Якщо поглянути на графіки середніх для даних мінералізованого складу води станом на 15.05 та на 15.07 досліджуваних років, то можна спостерігати, що в різні вегетаційні періоди показники іонно-сольового складу води поведуться також неоднаково.

Наприклад, динаміка графіку станом на 15.05 (рис. 7.10) характеризується достатньо різкими коливаннями відстаней між об'єктами.

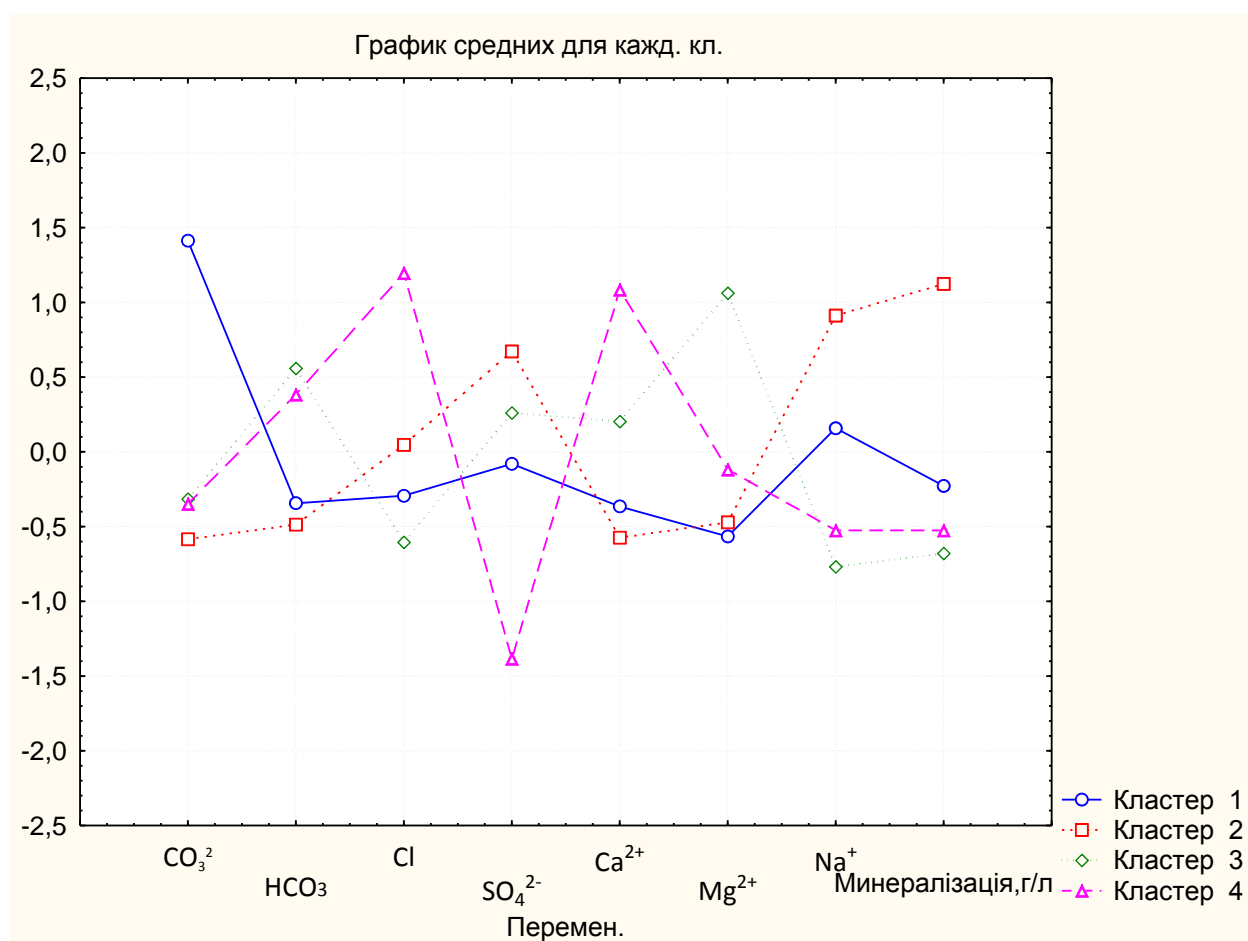


Рис. 7.10. **Графік середніх хімічного складу інгулецької води станом на 15.05 з 1973 по 2015 роки досліджень**

Графік середніх кластеру 1 відрізняється найвищим значенням CO_4^{2-} , найнижчим Mg^{2+} ; роки з кластеру 2 мають найвищі значення CO_4^{2-} , найбільші – SO_4^{2-} , мінералізації та Na^+ ; в кластері 4 роки об'єднані між собою

за ознакою найвищого рівня Mg^{2+} та HCO_3^- та найнижчого рівня мінералізації, Cl^- та Na^+ ; середнім кластеру 4 притаманні найбільш високі показники Cl^- та Ca^{2+} і найнижчий показник SO_4^{2-} .

Графік середніх станом на 15.07 (рис. 7.11) більш стабільний у своїх коливаннях: роки, що увійшли до складу кластеру 1, відрізняються найвищими показниками SO_4^{2-} , Ca^{2+} , мінералізації.

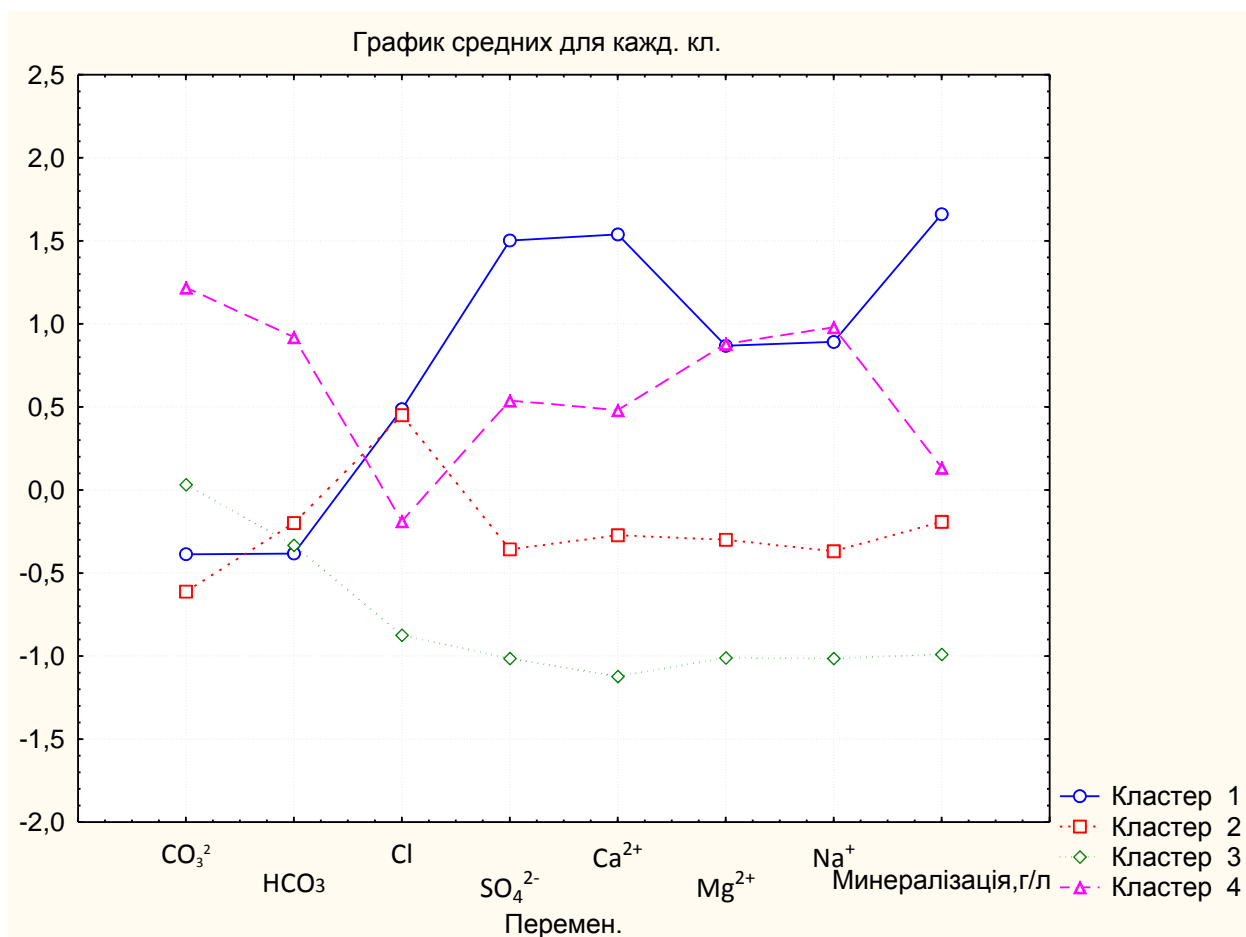


Рис. 7.11 Графік середніх хімічного складу інгулецької води станом на 15.07 з 1973 по 2015 роки досліджень

Члени кластеру 2 характеризуються найнижчим рівнем SO_4^{2-} ; в кластері 4 знаходяться елементи з найвищими показниками Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , мінералізації; а кластеру 4 притаманні найбільші показники CO_3^{2-} та Na^+ . Останнім пунктом результатів методу k -середніх Statistica пропонує зберегти класифікацію даних за кластерами. Це дуже зручно та доцільно для використання цих даних у подальших дослідженнях в інших додатках і інформаційних системах.

В зведених таблицях зібрані дані станом на 15.05 (табл. 7.2), станом на 15.07 (табл. 7.3) після обробки їх кластерним аналізом з ознакою приналежності їх певним кластерам.

Таблиця 7.2

Показники катіонно-аніонного складу інгулецької зрошувальної води та мінералізації станом на 15.05 1973-2015 роки дослідження

Період	CO ₄ ²⁻	HCO ₄	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Мінералізація, г/л	№ кластеру
1973	1,12	2,16	9,60	4,90	4,60	4,20	10,98	1,82	2
1973	0,95	1,85	11,45	2,74	4,47	4,67	9,82	1,65	1
1975	1,25	1,91	14,60	2,25	4,80	4,80	11,54	1,18	4
1976	0,80	1,75	10,78	9,27	2,64	5,00	24,49	2,47	2
1977	1,44	1,89	9,21	7,60	4,80	4,84	11,50	2,11	1
1978	1,20	2,16	7,14	15,00	4,20	4,42	16,87	0,75	2
1979	0,40	2,49	10,49	18,10	4,0	6,84	20,44	2,04	2
1980	1,14	4,11	8,08	11,79	4,05	7,00	14,06	1,98	1
1981	1,28	4,56	16,41	44,21	8,80	14,42	40,86	4,50	2
1982	1,29	4,00	22,11	11,21	7,85	8,00	21,47	2,28	4
1984	0,44	4,04	6,96	6,60	4,60	4,00	10,42	1,78	2
1984	0,17	2,44	8,96	12,21	4,80	4,00	15,87	1,55	2
1985	0,80	4,04	12,00	16,60	4,60	9,00	18,84	1,15	2
1986	0,72	4,20	6,65	7,40	2,60	5,42	9,24	1,12	1
1987	0,80	2,72	18,72	14,00	4,60	12,00	19,64	0,68	2
1988	0,42	2,80	4,60	4,20	4,20	4,60	4,12	0,70	4
1989	0,65	4,04	5,84	4,00	4,40	4,60	4,88	0,75	4
1990	0,80	2,08	6,64	4,60	4,40	4,20	7,52	0,89	1
1991	0,96	2,88	16,88	9,00	6,60	8,80	14,42	0,84	4
1992	0,16	2,56	1,28	2,80	2,40	1,80	2,60	0,47	4
1994	0,64	2,40	4,48	6,00	2,60	4,20	6,72	0,87	1
1994	0,48	2,96	9,12	6,80	5,00	5,60	8,76	1,21	4
1995	0,96	2,24	4,44	6,80	4,20	2,00	8,24	0,89	1
1996	0,48	4,12	9,84	9,60	4,20	9,80	9,04	1,42	4
1997	1,60	4,04	10,16	19,00	5,00	10,80	18,00	0,54	1
1998	0,48	4,68	10,42	15,40	4,20	12,00	14,68	0,85	4
1999	0,64	4,28	9,44	5,40	5,60	6,60	6,56	1,16	4
2000	0,64	4,46	9,28	12,40	4,60	8,60	12,48	1,64	3
2001	0,80	4,20	9,12	14,60	5,20	8,40	14,12	0,99	4
2002	0,42	4,64	7,52	11,00	4,20	10,80	10,08	1,54	4
2004	0,64	4,12	7,60	4,40	4,80	5,20	6,96	0,98	4
2004	0,42	4,00	7,04	8,20	5,00	8,40	6,16	1,24	4
2005	0,96	4,00	7,04	12,00	2,40	10,40	11,20	1,54	3
2006	0,96	4,68	8,00	12,00	5,00	8,20	11,47	1,57	4
2007	0,64	4,20	7,04	15,60	2,60	2,40	11,08	1,44	2
2008	0,48	4,92	10,08	15,80	4,24	7,40	17,48	1,97	2
2009	0,16	4,40	11,20	11,40	4,94	8,48	14,16	1,54	4
2010	0,91	4,10	8,28	14,28	5,29	9,74	15,48	1,77	2
2011	0,87	4,86	7,29	9,48	4,99	8,29	11,98	1,61	2
2012	0,79	4,48	9,48	11,02	4,02	7,88	14,55	2,21	1
2014	0,88	4,41	6,98	10,44	4,20	8,41	7,88	2,12	1
2014	0,71	4,29	7,11	10,98	4,40	9,01	12,74	1,98	4
2015	0,69	4,17	8,18	11,49	4,80	8,04	10,67	2,10	3

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з к.с.-г.н. Мелашичем А.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Таблиця 7.3

Показники катіонно-аніонного складу інгулецької зрошувальної води та мінералізації станом на 15.07 1973-2015 років дослідження

Період	CO ₄ ²⁻	HCO ₄	Cl	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Мінералізація, г/л	№ кластеру
1973	0,74	2,96	6,92	6,10	2,00	4,00	9,98	2,04	1
1973	0,24	2,84	5,68	5,90	4,10	4,40	7,26	0,95	1
1975	0,48	2,96	4,98	4,59	4,66	5,02	6,49	0,88	1
1976	0,98	4,14	4,72	4,21	2,80	1,84	5,44	0,64	4
1977	0,57	4,00	6,94	7,50	4,10	4,17	10,74	2,25	1
1978	0,80	4,04	7,77	8,50	4,10	4,67	11,44	1,25	1
1979	0,57	2,48	5,75	5,60	2,20	4,58	8,62	0,94	1
1980	0,40	4,44	8,41	12,21	4,80	5,50	15,06	2,15	2
1981	0,80	2,97	11,24	14,21	4,60	6,58	17,00	1,78	2
1982	0,48	2,92	10,48	9,40	4,40	5,84	12,50	1,45	2
1984	0,80	4,20	4,96	4,80	4,20	4,58	6,98	0,89	1
1984	0,47	2,95	14,27	9,00	4,00	5,58	15,60	1,59	2
1985	0,64	2,48	11,84	14,00	4,80	6,84	18,40	1,76	2
1986	0,44	4,04	5,69	7,00	2,80	4,84	9,40	1,05	1
1987	0,57	4,04	4,96	2,60	2,20	4,20	4,20	0,82	4
1988	0,48	4,04	2,00	2,60	2,20	2,00	4,42	1,54	4
1989	0,58	4,52	1,84	4,20	2,60	4,20	2,76	0,65	3
1990	0,64	2,64	1,60	2,60	2,40	2,40	2,60	0,50	4
1991	0,42	2,64	4,56	2,60	2,80	4,20	4,12	1,44	4
1992	0,48	2,88	1,84	1,60	2,20	1,60	4,00	0,46	4
1994	0,64	2,56	2,16	1,20	2,40	2,00	2,16	0,44	4
1994	0,16	2,64	1,52	1,20	2,00	2,20	1,42	0,47	4
1995	0,64	2,56	4,20	4,00	2,40	2,80	4,20	0,61	4
1996	0,80	2,42	1,84	1,00	2,00	2,00	1,96	0,41	4
1997	1,28	2,88	11,28	7,40	4,80	6,40	11,64	0,72	4
1998	0,42	4,76	5,60	5,60	4,20	2,60	8,48	1,68	1
1999	0,42	4,04	5,92	6,80	4,60	4,40	9,08	1,05	1
2000	0,64	2,88	6,08	4,00	2,80	5,20	4,60	0,78	3
2001	0,64	4,46	4,80	4,40	4,20	7,40	1,60	1,84	1
2002	0,42	2,28	5,04	1,20	2,80	4,20	4,80	0,64	4
2004	0,80	2,24	5,60	4,80	2,40	4,60	6,44	1,55	1
2004	0,10	4,04	16,40	14,00	5,40	10,20	17,02	2,24	2
2005	1,44	2,72	7,28	8,00	4,00	6,20	10,21	0,87	4
2006	0,64	4,02	4,08	4,20	4,60	4,60	5,60	1,84	4
2007	1,44	2,48	7,52	5,20	4,80	4,00	7,01	1,05	4
2008	0,80	4,84	14,92	9,40	6,00	7,40	14,10	1,15	2
2009	0,54	2,45	9,60	7,29	4,28	8,80	11,00	1,75	2
2010	0,42	2,78	10,04	5,44	5,40	9,45	12,45	1,76	3
2011	0,85	4,26	12,92	10,28	6,40	7,45	4,50	1,56	2
2012	1,44	2,49	8,49	9,88	4,87	6,40	2,45	1,94	4
2014	0,47	2,65	5,29	9,27	4,67	7,70	10,45	2,28	1
2014	0,94	4,22	4,95	8,98	4,45	5,45	6,49	2,61	1
2015	0,77	4,45	9,41	6,97	5,48	8,57	9,40	1,98	3

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з к.с.-г.н. Мелашичем А.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

За допомогою кластерного аналізу також було класифіковано та проаналізовано іонно-катіонний склад зрошувальної води ріки Дніпро.

За аналізом сформованого програмою ієрархічного дерева кластеризації (рис. 7.12), можна зробити припущення, що досліджувані характеристики іонно-солевого складу дніпровської води формуються в 5 природніх кластерах (1 кластер – HCO_3^- ; 2 кластер – $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Ca^{2+} , CO_4^{2-} ; 3 кластер – рН, SO_4^{2-} ; 4 кластер – Cl^- ; 5 кластер – Mg^{2+} , мінералізація). Такий розподіл свідчить про найвищий ступінь взаємодії, тісний зв'язок між показниками HCO_3^- , Mg^{2+} та мінералізацією.

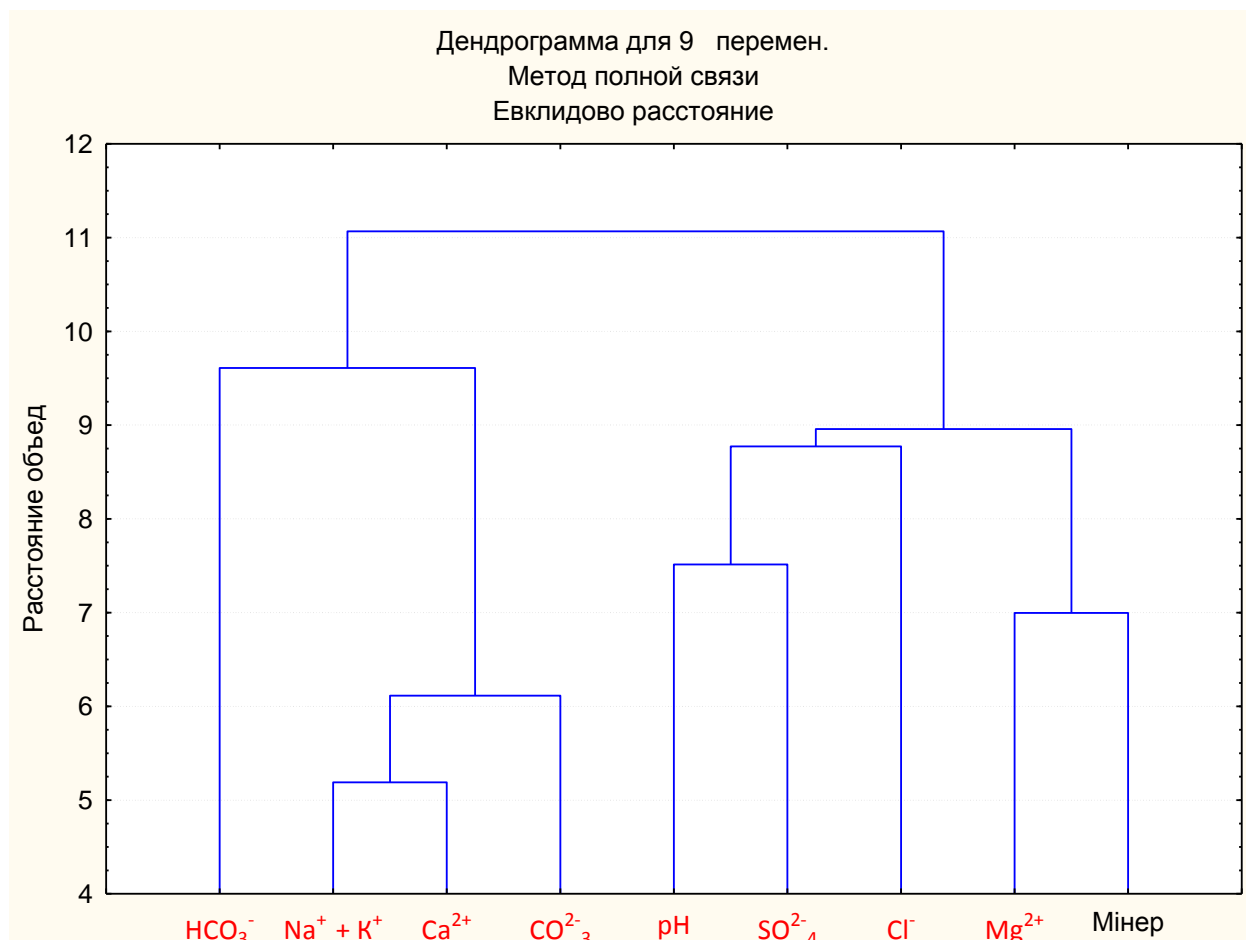


Рис. 7.12 Ієрархічна модель кластерного аналізу щодо середніх показників хімічного складу дніпровської зрошувальної води з 1973 по 2015 роки дослідження

Далі після кластеризації показників дніпровської води методом k -середніх, отримуємо результати дисперсійного аналізу. Виходячи з амплітуди і рівнів значущості F -статистики, можна зробити висновок, що змінні HCO_3^- та Mg^{2+} є найбільш значущими при розподіленні об'єктів за кластерами (рис.

7.13).

Дисперсионный анализ (min_dnipro.sta)						
	Между	сс	Внутри	сс	F	значим.
Мінер	22,76751	4	19,24249	48	11,24615	0,000004
CO²⁻₄	18,72754	4	24,27247	48	7,64472	0,000127
HCO⁻₄	29,72869	4	12,27141	48	24,01485	0,000000
Cl⁻	5,11775	4	46,88224	48	1,41821	0,280747
SO²⁻₄	20,69974	4	21,40027	48	9,24216	0,000026
Ca²⁺	18,99244	4	24,00766	48	7,84205	0,000104
Mg²⁺	29,48208	4	12,51792	48	22,47441	0,000000
Na⁺ + K⁺	22,87284	4	19,12717	48	11,46048	0,000004
pH	22,96054	4	19,04946	48	11,45647	0,000004

Рис. 7.13 Копія форми екрану з результатами дисперсійного аналізу щодо середніх показників хімічного складу дніпровської зрошувальної води з 1973 по 2015 роки дослідження

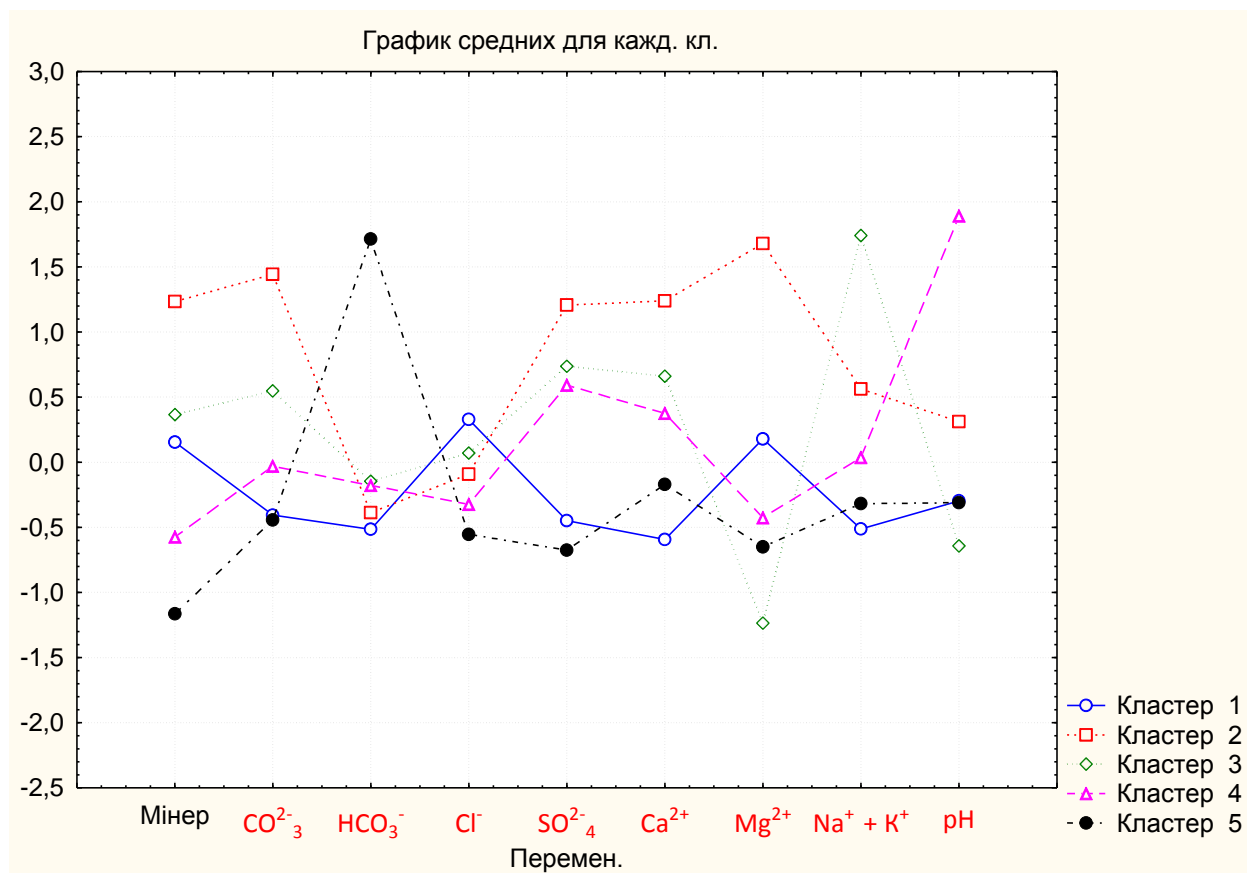


Рис. 7.14 Графік середніх хімічного складу дніпровської зрошувальної води протягом 1973-2015 років дослідження

Аналізуючи графік середніх дніпровської зрошувальної води (рис. 7.14), можна спостерігати найвищі показники Cl^- у елементів кластеру 1; роки кластеру 2 мають найбільші рівні CO_4^{2-} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , мінералізації та Ca^{2+} ; у 3 кластері знаходяться компоненти з найнижчими показниками Mg^{2+} , рН та найвищими $\text{Na}^+ + \text{K}^+$; в 4 кластер входять роки з найвищим вмістом рН; а елементи 5 кластеру характеризуються найнижчими показниками мінералізації, CO_4^{2-} , Cl^- , SO_4^{2-} і найвищим показником HCO_4^- .

Використовуючи інформацію щодо розподілення іонно-сольового складу зрошувальної дніпровської води на кластера за досліджувані роки, отримуємо наступну таблицю для подальших аналізів досліджень (додаток І.1).

7.3 Кореляційно-регресійні залежності між мінералізацією зрошувальної води та умовами вологозабезпеченості

Потреба у воді для врожаю і якості води для зрошення – два основних фактори, які необхідно враховувати для того, щоб забезпечити належне управління водними ресурсами для боротьби з засоленням. Правильне зрошення відновлює дефіцит води в ґрунті і уникає застосування марнотратних і потенційно шкідливих надлишків. Щоб запобігти засоленню ґрунтів, потрібне зрошення плюс опади. Розчинні солі, що містяться в поливній воді, концентруються в ґрунтовому розчині в результаті випаровування ґрунту і транспірації рослин [153, 166, 256].

Використовуючи інформацію, що була здобута в результаті багаторічних досліджень, було проаналізовано тенденцію взаємозалежності між вологозабезпеченістю років і динамікою мінералізації зрошувальної води.

Статистичний аналіз отриманих даних нами був проведений за допомогою можливостей сучасної інформаційної системи Microsoft Office Excel з використанням кореляційно-регресійного методу, що суттєво прискорює процес розрахунків, а також дозволяє істотно збільшити обсяги оброблених даних.

В результаті розрахунків за методикою Іванова визначено ступені природної вологозабезпеченості років залежно від дефіциту випаровуваності в розрізі окремих сільськогосподарських культур (додаток І.2).

Під час моделювання водного режиму ґрунту треба враховувати три основні метеорологічні показники: температура повітря, відносна вологість повітря, атмосферні опади. Температуру повітря, відносну вологість повітря приймають за даними найближчої метеостанції або за показниками з мережі Інтернет – наприклад з сайту <https://rp5> [18]. Опади доцільно вимірювати опадомірами, які встановлюють поблизу або безпосередньо на зрошуваних полях, тоді їх і приймають у розрахунку для даного водокористувача. Температура повітря і опади за рік враховуються у такому порядку: за січень - березень і жовтень – грудень як суми по декадах за кожні ці три місяці; за квітень – вересень щодобово з сумуванням за п'ятиденками, декадами і місяцями. При зливних опадах не всі опади, що випадають, встигають потрапити в ґрунт, а певна частка їх втрачається на стік та випаровування. У зв'язку з цим, в практиці зрошуваного землеробства зливові опади треба приймати за двома параметрами: по-перше, загальна кількість опадів, по-друге, їх частка, яка була поглинена ґрунтом. Відносна вологість повітря враховується за період квітень - вересень щодобово, з підрахунком середніх по п'ятиденках, декадах, місяцях – у зростаючому порядку.

Витрати вологи за минулі пентади (5 діб) розраховуються як різниця між сумарним випаровуванням E та опадами P в мм. Різниця " $E - P$ " показує, як змінилися запаси вологи на полі під впливом погодних умов. Коли в розрахунковий період " E " було більшим за " P " – запаси вологи на цю величину зменшуються, коли " E " менше " P ", навпаки, запаси вологи збільшуються. Для полегшення розрахунків показників сумарного випаровування нами встановлені розрахункові значення E_1 в діапазоні температур від 5 до 40°C (через кожні 0,5°C) та відносної вологості повітря – від 30 до 90% (через 5%) (додаток І.3). Розрахунок сумарного випаровування та витрат вологи на окремих полях сівозміни при застосуванні як біологічно оптимального, так і

водоощадного режимів зрошення необхідно проводити з врахуванням рівнів залягання ґрунтових вод.

Використовуючи одержані результати за розрахунками з використанням засобів методу кореляційного аналізу, були сформовані графіки, які відображають закономірності між дефіцитом випаровуваності та мінералізацією зрошувальної води в сухі та середньосухі досліджувані роки станом на 15.05 (рис. 7.15).

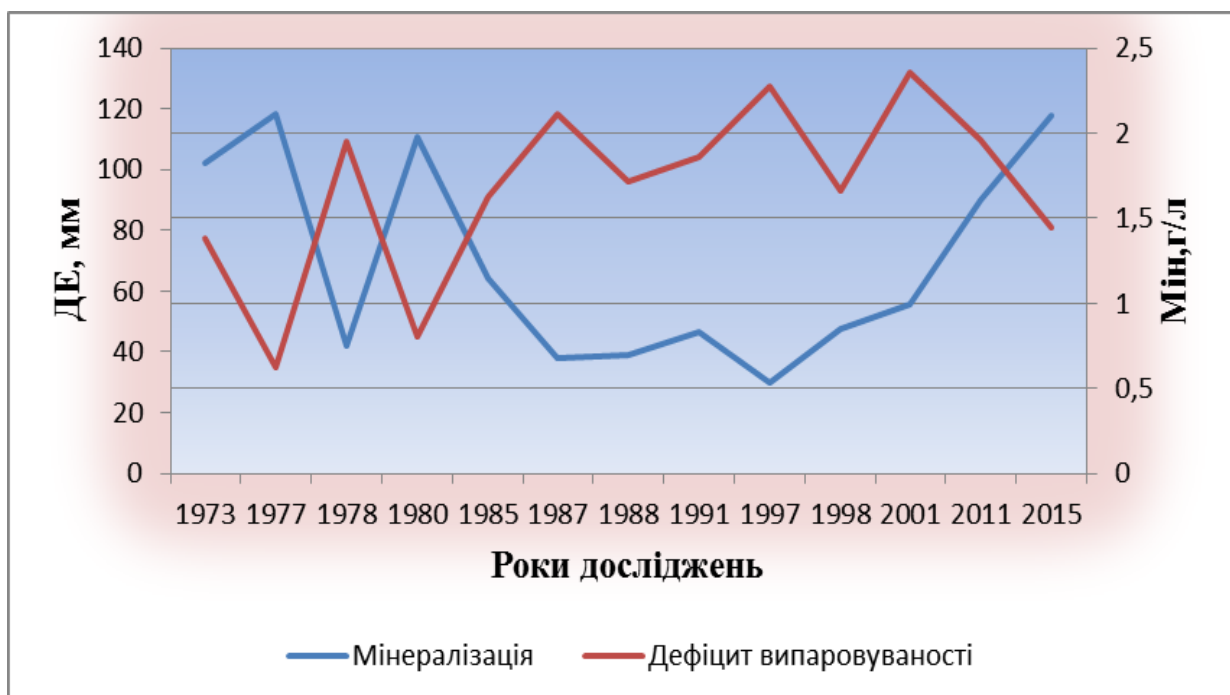


Рис. 7.15 Залежність мінералізації зрошувальної води річки Інгулець від дефіциту випаровуваності в сухі та середньосухі роки досліджень станом на 15.05 (для пшениці озимої)

У досліджуваних показників встановлено високий ступінь від'ємного (оберненого) зв'язку. Так, коефіцієнт кореляції у першому блоці станом на 15.07 коливався в межах від 0,76 до 0,78 (рис. 7.16). Тобто це дозволяє зробити висновок, що чим більш посушливіші за природною вологозабезпеченістю погодні умови (сухий рік) для сільськогосподарської культури, тим більший рівень мінералізації зрошувальної води.

А у вологі роки, навпаки не простежується такої тенденції (рис. 7.17) – для інгулецької води з коефіцієнтом кореляції $-0,01$, для дніпровської зрошувальної води (рис. 7.18) з коефіцієнтом кореляції $0,24$.

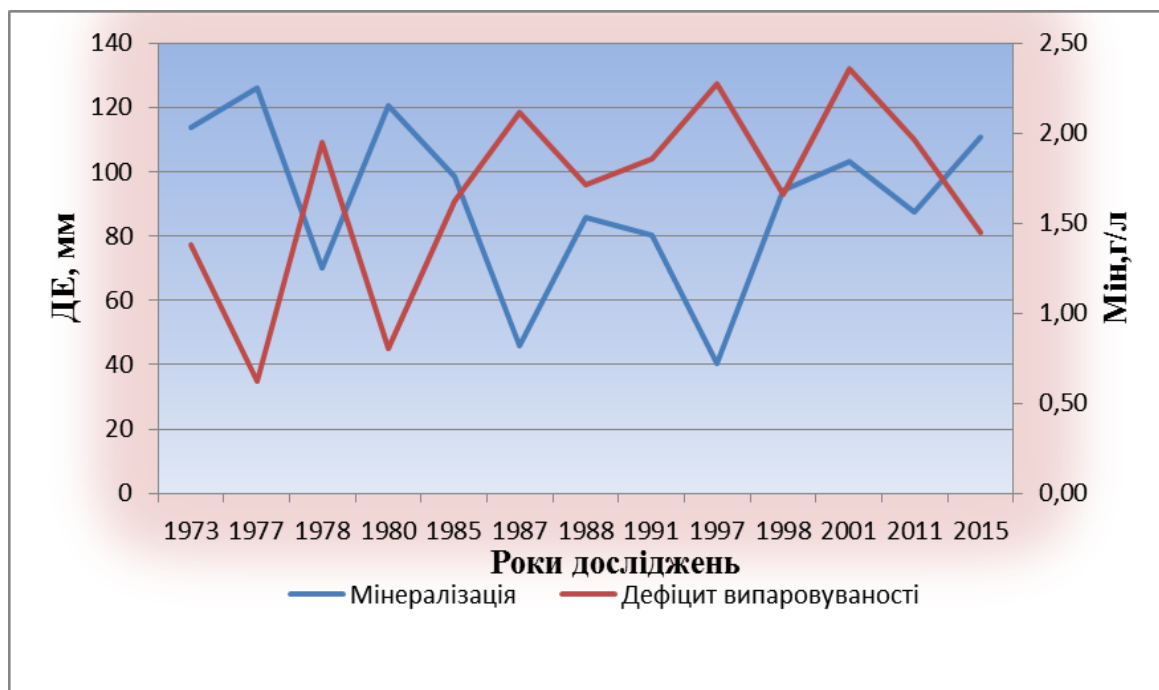


Рис. 7.16 Залежність мінералізації зрошувальної води річки Інгулець від дефіциту випаровуваності в сухі та середньосухі роки досліджень станом на 15.07 (для пшениці)



Рис. 7.17 Динаміка мінералізації та дефіциту випаровуваності зрошувальної води р. Інгулець у вологі та середньовологі роки досліджень станом на 15.07 (для пшениці)

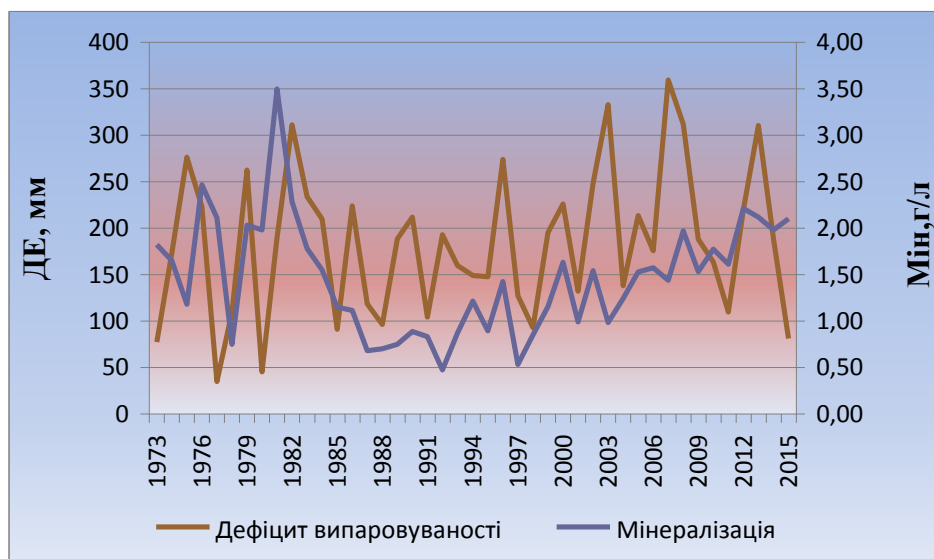


Рис. 7.18 Динаміка мінералізації (середні значення за вегетаційні періоди) та дефіциту випаровуваності зрошувальної води р. Дніпро в роки досліджень (для пшениці озимої)

Використовуючи дані кластерного аналізу іонно-сольового складу зрошувальних вод, що згенеровані нами у програмі Statistica, можна в Excel за допомогою моделювання наочних графіків, діаграм, гістограм, відстежувати різноманітні залежності за конкретними змінними (показниками) як для наукових досліджень, так і на виробничому рівні – для підвищення продуктивності зрошення.

Наприклад, на рисунку 7.19 зображена динаміка залежностей рівня рН та мінералізації дніпровської зрошувальної води по кластерам 1 – (а), 2 – (в), 3– (с), 4 – (d).

Аналізуючи дані щодо водневого показника кислотності розчину, що визначає здатність рослини засвоювати поживні речовини, та дані мінералізації можна, а також з врахуванням динаміки середніх показників хімічного складу дніпровської зрошувальної води в роки проведення досліджень здійснено розподіл показників рН у відповідності класифікації за кластерами. Якщо роки з кластеру 1 мали показник рН води нейтрального стану, то максимальний рівень рН компонентів кластеру 4 досягав 8,40, 2 кластеру - 8,44, а 3 кластеру взагалі 8,68, що відповідає лужному середовищі.

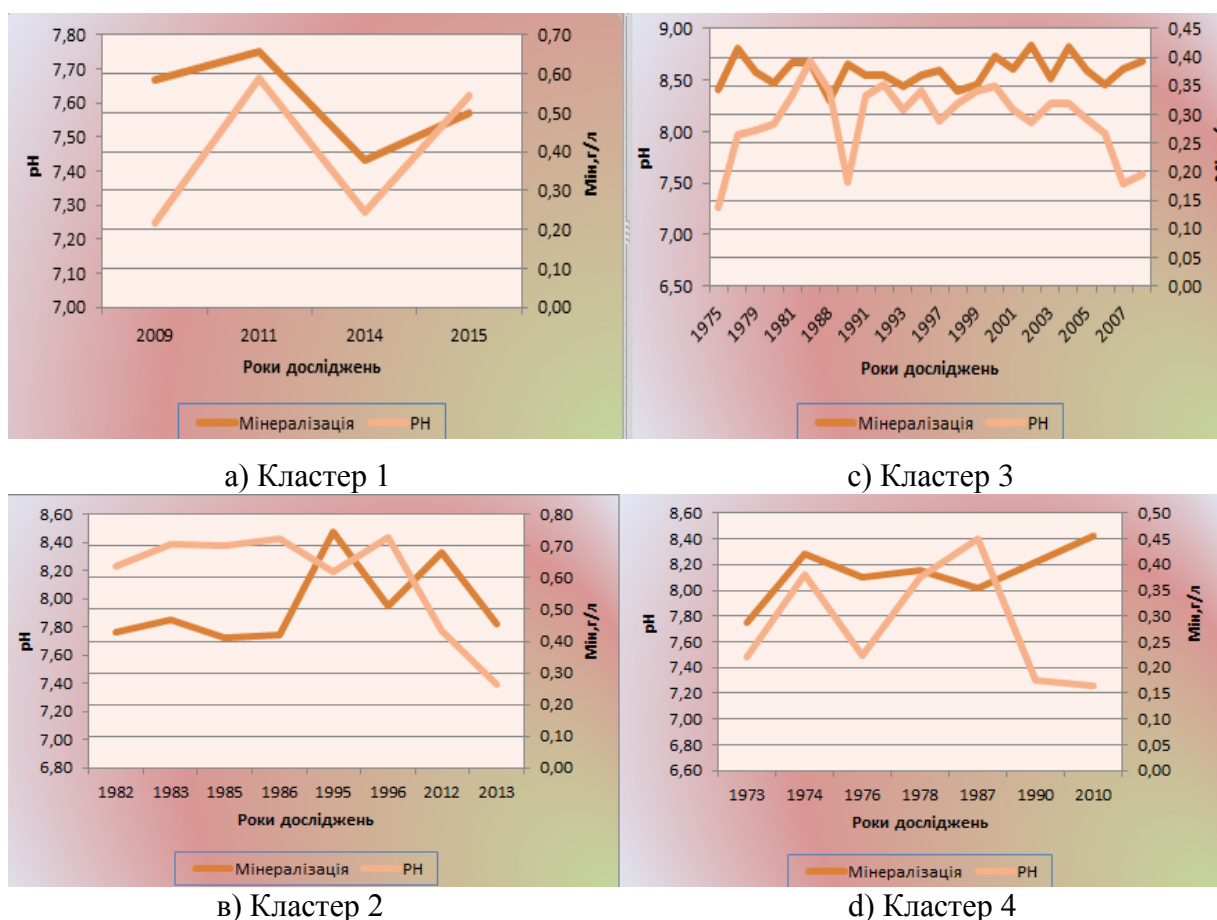


Рис. 7.19 Динаміка рівня рН та мінералізації (середні значення за вегетаційні періоди) дніпровської зрошувальної води у роки проведення досліджень з розподілом на кластери

Визначення показника рН для зрошувальної води є дуже важливим фактором, бо він чинить на рослини дуже важливий вплив: одні рослини не витримують кислих ґрунтів, інші прекрасно ростуть і розвиваються. Показник рН впливає на ріст кореневої системи, її проникність для поживних елементів, зміщує правильне співвідношення в поглинанні рослиною катіонів та аніонів, знижує ґрунтову родючість і шкідливий вплив іонів водню на мінеральну частину ґрунту. Дефіцит у ґрунті поглинених кальцію і магнію викликає різке погіршення фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту.

Аналіз показника рН для досліджуваних років у розрізі їх по кластерах надає більше даних для прийняття рішення щодо точності необхідності визначення хімічної меліорації (вапнування, гіпсування тощо).

Хоча кореляційного зв'язку між мінералізацією та рН зрошувальної води

в даному випадку не простежується, але криві графіків у кожному кластері мають схожу динаміку, що надає передумови для висновку взаємовпливу між катіонно-аніонним складом зрошувальної води та рівнем її рН.

Висновки до розділу 7

1. За результатами наших досліджень та розрахунків доведена ефективність застосування методів кластерного аналізу, що впроваджені в сучасному програмно-інформаційному комплексі Statistica 6.1. Кластеризація показників катіонно-аніонного складу інгулецької та дніпровської води за період з 1973 по 2015 рік дозволила встановити, що поливна вода з Інгулецької зрошувальної системи має концентрацію токсичних іонів у еквівалентах хлору в межах 25-42 мг-екв/дм³, відношення натрію до суми лужних катіонів становило 41-47%. Аналіз великих рядів експериментальних даних забезпечує широкий спектр можливостей формування ієрархічних моделей-дендрограм кластерного аналізу з класифікацією досліджуваних років за окремими кластерам (групами) та визначенням диференціації між групами.

2. Метод кластеризації *k*-середніх надав нам можливість знайти міжгрупові дисперсії за досліджуваними показниками іонно-сольового складу інгулецької та дніпровської зрошувальної води, які порівнюються з внутрішньогруповими дисперсіями для прийняття рішення, чи є середні для окремих змінних у різних сукупностях значимо різними для періодів станом на 15.05, 15.07, 15.09 1973-2015 років. Виходячи з амплітуди (рівнів значущості) F-статистики, метод *k*-середніх допоміг знайти значущість змінних катіонно-аніонного складу при вирішенні питання про розподіл об'єктів по кластерам, сформувавши графіки середніх для визначення природи кластерів і перевірки середніх значень для кожного кластера, що надає найкраще уявлення результатів мінералізації в розрізі вегетаційних періодів. За результатами розрахунків сформоване ієрархічне дерево кластеризації, яке дозволило розподілити показники іонно-сольового складу за 4 природними кластерами (1 кластер – мінералізація, Ca²⁺; 2 кластер – Na⁺, Mg²⁺, SO₄; 3 кластер – Cl; 4

кластер – HCO_3^- , CO_4^{2-}).

3. За аналізом сформованого програмою ієрархічного дерева кластеризації встановлено, що досліджувані характеристики іонно-солевого складу дніпровської води розподіляються за п'ятьма природними кластерами (1 кластер – з вмістом гідрокарбонатів HCO_3^- ; 2 кластер – натрію, калію, кальцію та карбонатів $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Ca^{2+} , CO_3^{2-} ; 3 кластер – окис сірки SO_4^{2-} та pH; 4 кластер – Cl; 5 кластер – Mg^{2+} - мінералізація). Такий розподіл свідчить про найвищий ступінь взаємодії та максимальний рівень математичних зв'язків між показниками гідрокарбонатів HCO_3^- , Mg^{2+} та мінералізацією.

4. Застосування в наших дослідках вищеописаних методів, що впроваджені в Statistica та Excel, дозволило зробити чимало корисних висновків для використання отриманих знань в агроеліоративній виробничій практиці рослинництва для створення наукових основ управління екологічною безпекою зрошуваної води та земель півдня України. Використовуючи одержані результати та кореляційний аналіз, були сформовані графіки, які відображають закономірності між дефіцитом випаровуваності та мінералізацією зрошувальної води в сухі та середньосухі роки. У досліджуваних показників встановлено високий ступінь від'ємного зв'язку з коефіцієнтами кореляції – мінус 0,76-0,78.

5. Розроблені моделі необхідно використовувати для своєчасного прийняття управлінських рішень, що включають питання режиму зрошення, поливних та зрошувальних норм, іригаційної якості поливної води, відстеження динаміки рівня катіонно-аніонного складу води і її мінералізації, динаміки й ступеня вторинного засолення та осолонцювання ґрунтів, застосування доз і видів меліорантів. Проведено розподіл залежностей рівня pH та мінералізації дніпровської зрошувальної води за чотирма кластерами. Слід зауважити, що по першому кластеру показник pH води мав реакцію близьку до нейтральної. Максимальний рівень pH компонентів другого кластеру досягав 8,40, третього – 8,44, а четвертого – 8,68, що відповідає лужному середовищу.

РОЗДІЛ 8

ОБҐРУНТУВАННЯ ІННОВАЦІЙНОГО НАПРЯМКУ, ЕКОНОМІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА СТВОРЕНИХ МОДЕЛЕЙ ЗРОШУВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРОДУКТИВНОСТІ

Наука в розвитку сільськогосподарського виробництва має велике значення у зв'язку з багатогранністю й складністю процесів, які забезпечують акумуляцію сонячної енергії і перетворення її в органічну речовину – джерело життя на нашій планеті. Процес створення врожаю пов'язаний з наявністю багатьох кількісних та якісних зовнішніх умов, з їх динамікою в часі, з різною здатністю рослин використовувати ґрунтові й кліматичні фактори, протистояти несприятливим фізичним і біологічним чинникам, позитивно реагувати на додаткові агрономічні заходи (обробіток ґрунту, внесення мінеральних та органічних добрив, застосування пестицидів тощо). В останні роки ефективність використання штучного зволоження в Україні відчутно погіршилася, що обумовлює необхідність розробки та впровадження нових організаційних заходів, спрямованих на розвиток зрошувального землеробства [204].

Сучасне землеробство базується на сукупності багатьох наук – біології, хімії, фізики, ґрунтознавства, економіки, кліматології та інших, які у свою чергу під час взаємодії з аграрною наукою диференціювалися і стали її складовими елементами. Весь цей комплекс наук є найефективнішим при вірному плануванні та впровадженні в агровиробничі системи науково обґрунтованих складових елементів, які повинні забезпечувати високі й стабільні урожаї при одночасному підвищенні родючості ґрунту, створенні сприятливих умов для рослин, отриманні максимальної економічної ефективності та зниженні техногенного впливу на агроecosистеми [205].

8.1 Науково-методологічні аспекти інноваційного розвитку систем зрошувального землеробства та підвищення продуктивності штучного зволоження

В останні роки внаслідок реформування агропромислового комплексу ефективність використання зрошуваних земель істотно погіршилась. Різке скорочення земель із штучним зволоженням супроводжувалось такими процесами та явищами:

- значним погіршенням технічного стану наявних зрошувальних систем, особливо їх внутрішньогосподарської частини;

- практично повним призупиненням робіт з реконструкції наявних та будівництва нових зрошувальних систем, що є наслідком значного скорочення обсягів бюджетного фінансування та відсутності власних коштів у землекористувачів;

- недостатньою кількістю та незадовільним оновленням парку дощувальної техніки;

- порушенням технологічної цілісності зрошувальних систем, яка спричинена, з одного боку, розпаюванням земель і, як наслідок, подрібненням та збільшенням кількості землекористувачів, а з іншого – передачею внутрішньогосподарських систем у комунальну власність, на баланс фермерських і колективних підприємств при державній власності на міжгосподарську мережу. В таких умовах вода забирається і транспортується до поля державними установами, а самі поливи мають проводити власники внутрішньогосподарської мережі, тобто переважно сільські і селищні ради та землевласники і землекористувачі, які не мають ні коштів, ні досвіду та фахівців для виконання цих робіт. У такій ситуації, землевласник чи землекористувач практично відсторонений від участі у процесі управління зрошувальними системами;

- порушенням технологій вирощування сільськогосподарських культур, структури посівних площ, недотриманням сівозмін, вкрай низьким рівнем

ресурсного забезпечення технологій вирощування, що призвело до їх примітивізації та різкого падіння врожайності сільськогосподарських культур, яка на більшості зрошуваних земель перебуває на рівні незрошуваних земель;

– ускладненням управління зрошувальними системами, земельними і водними ресурсами, скороченням та не проведенням меліоративних заходів з охорони й підвищення родючості зрошуваних ґрунтів, у тому числі й через істотне збільшення користувачів зрошуваними землями;

– незадовільним еколого-меліоративним станом зрошуваних земель.

З початку реформування агропромислового комплексу України стан справ у галузі меліорації істотно погіршився. Після 1990 р. різко зменшилося, а з 1995 р. повністю припинилося будівництво і введення в дію нових зрошувальних систем. Через відсутність бюджетного фінансування вже понад 20 років не проводиться реконструкція раніше введених в дію зрошувальних систем. В особливо несприятливих умовах опинилася низова ланка таких систем – внутрішньогосподарська. Будучи побудованою за рахунок державних капіталовкладень, вона перебувала на балансі сільськогосподарських підприємств (за винятком насосних станцій), тому право власності держави на внутрішньогосподарські мережі зрошувальних систем до 2003 р. не було чітко визначено і ці мережі не тільки залишалися без належного догляду, але й стали об'єктами масового продажу їхніх трубопроводів на металобрухт за податкові борги колективних сільськогосподарських підприємств, на землях яких вони розташовані. Тому площа зрошуваних земель у Херсонській області істотно скоротилась.

За умов скорочення водоподачі та істотних відхилень показників зрошувальних норм гостро постають питання планування режимів зрошення з використанням сучасних методів і технологій.

Планування штучного зволоження визначено як процес передбачення оптимальної кількості й розподілу в часі поливної води за окремими масивами, полями та ділянками. Прогнозування зрошення дозволяє вирішити задачі щодо подачі необхідної кількості поливної води на окремі поля сівозмін, а також для

задоволення господарств у цілому. Головна мета оптимізованого штучного зволоження – максимізувати ефективність зрошення за допомогою подачі необхідної кількості води на локальні ділянки господарств, яка подолає дефіцит водоспоживання й дозволить рослинам повною мірою реалізувати свій генетичний потенціал.

На найближчу перспективу з метою підвищення ефективності зрошувального землеробства, відновлення функціонування внутрішньогосподарських мереж необхідно об'єднати окремих землевласників дрібних фермерських господарств в асоціації водокористувачів. Створення таких асоціацій можна стимулювати, наприклад, пільгами по сплаті за поливну воду. Асоціації водокористувачів дадуть змогу використовувати технічні засоби зрошення з максимальною ефективністю, вирішувати питання охорони елементів зрошувальних систем, проводити їх реконструкцію та ремонтні роботи тощо.

Для вирішення проблем зрошувального землеробства в Україні необхідно визначити такі стратегічні напрями:

- здійснити реконструкцію внутрішньогосподарських зрошувальних систем, відновлення і підтримання сприятливого гідрологічного режиму та екологічного стану річок, ліквідацію наслідків шкідливої дії вод, захисту населених пунктів, виробничих об'єктів та сільськогосподарських угідь від підтоплення й затоплення;

- розробити сучасні організаційні структури територій і зрошуваних масивів на підставі поєднання екологічно збалансованих агрофітоценозів залежно від спеціалізації господарств та економічної ефективності;

- відпрацювати на законодавчому рівні механізми заохочення інвесторів та сільськогосподарських виробників вкладати кошти в модернізацію зрошувальних систем, впроваджувати науково обґрунтовані заходи раціонального використання поливної води і збереження родючості ґрунтів, а також економічних санкцій за неефективне використання води й зрошуваних земель;

– забезпечити стаке функціонування внутрішньогосподарських зрошувальних систем, а також систем подачі технічної води для зрошення локальних масивів та присадибних ділянок;

– розробити систему заходів щодо придбання дощувальної техніки для товаровиробників на пайових умовах та за пільговими кредитними програмами;

– підвищити ефективність використання зрошуваних угідь з метою збільшення врожайності за рахунок застосування сучасних інтенсивних технологій вирощування, нової високоефективної дощувальної техніки, розширення площ з мікрозрошенням, впровадження енергозберігаючих, ґрунтоощадних способів і систем основного обробітку ґрунту, що забезпечують накопичення та раціональне використання атмосферних опадів та поливної води;

– відновити на державному та регіональному рівнях системи підготовки та перепідготовки фахівців водного господарства і зрошуваного землеробства у середніх та вищих учбових закладах та наукових установах.

8.2 Формування баз даних вітчизняних інноваційних розробок з оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях

За результатами досліджень створені Базы даних з основних систем землеробства на зрошуваних і неполивних землях, які містять комплекси новітніх технологій вирощування зернових, кормових, технічних, овочевих культур, районованих сортів і гібридів селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН та установ НААН для зони Південного Степу. Так, наприклад, створена технологія вирощування пшениці твердої озимої, яка дає можливість отримувати на темно-каштанових ґрунтах зони зрошення півдня України стабільні врожаї зерна, забезпечуючи при цьому високі економічні та якісні показники. Запропонована технологія вирощування пшениці твердої озимої порівняно з базовою дає можливість раціонально використовувати

поливну воду й мінеральні добрива. За даної технології урожай культури сягає 6,8-7,2 т/га з вмістом білка 15,8-16,2%. Чистий прибуток становить 4505-4558 грн/га, при рівні рентабельності 80,8-85,2%. Коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,7.

В Інституті зрошуваного землеробства НААН розроблено ресурсощадну технологій вирощування кукурудзи на зерно (патент України № 58958 А), яка передбачає диференційоване застосування у сівозміні вітчизняних районованих гібридів різних груп стиглості. Під час виробничої перевірки у 2010 р. запропонованої технології на площі понад 1,5 тис. га встановлено зниження витрат поливної води на 17,3-24,7%, мінеральних добрив на 9,7-14,2%, енергоносіїв на досушування зерна на 24,8-31,1%. Економічний ефект сягав 1275-1450 грн/га. Ресурсощадна технологія вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення апробована і впроваджена в СТОВ "Дніпро" Білозерського району Херсонської області та ТОВ "Дружба" Веселовського району Запорізької області.

В Інституті зрошуваного землеробства НААН на основі узагальнення багаторічних теоретичних та експериментальних досліджень розроблено програмно-інформаційний комплекс "Іригація" (свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 31799). Використання створеного програмного продукту у виробничих умовах протягом 2008-2010 рр. дозволило зменшити витрати поливної води на 18-24%, енергоносіїв на 11-16%, трудових ресурсів на 4-9%.

Шляхом використання програмних можливостей програми Microsoft Office Access сформовані Бази даних користувачів інновацій в галузі меліорації у південному регіоні України (рис. 8.1).

За результатами досліджень підготовлено до друку "Методичні рекомендації з комплексу маркетингових заходів для просування інновацій в галузі меліорації для господарств південного регіону". В цій публікації вирішено методичні питання підвищення ефективності від впровадження наукових розробок у виробництво південного регіону України.

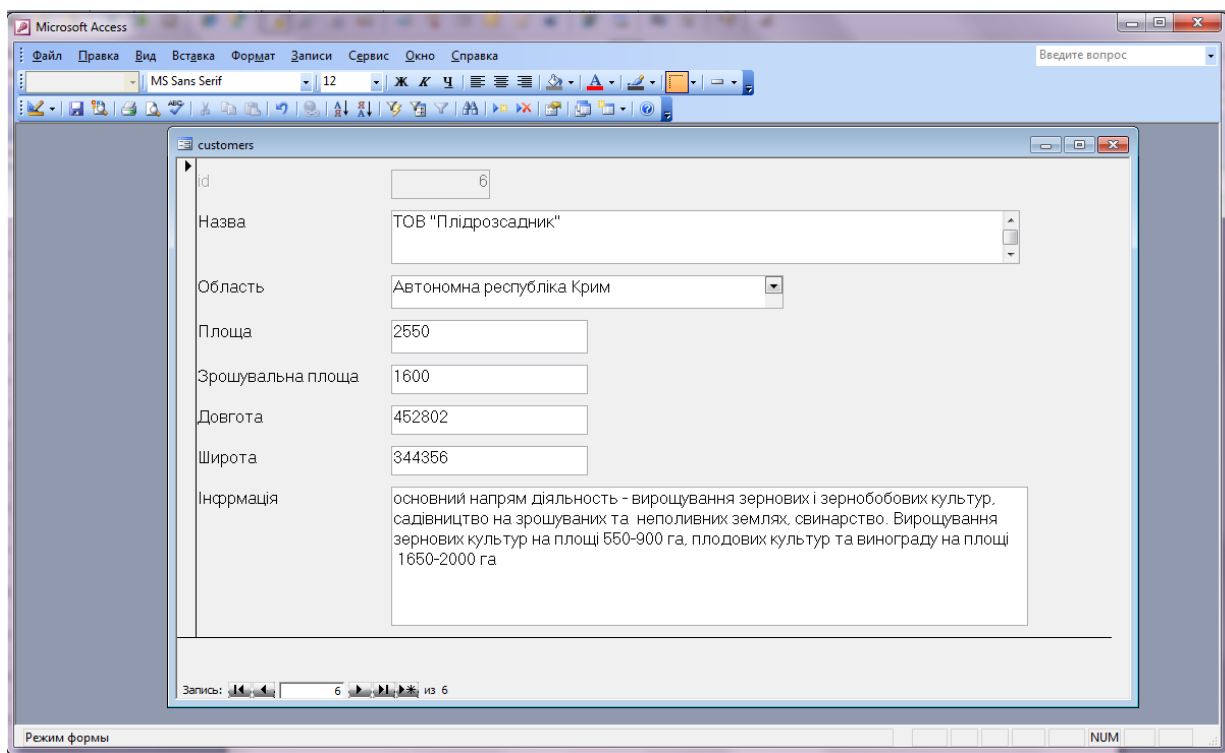


Рис. 8.1 Фрагмент "Бази даних користувачів інновацій в галузі меліорації в південному регіоні" на прикладі АР Крим

З використанням мережі Інтернет сформовані Бази даних інновацій та господарств, в яких наведена інформація (рис. 8.2).

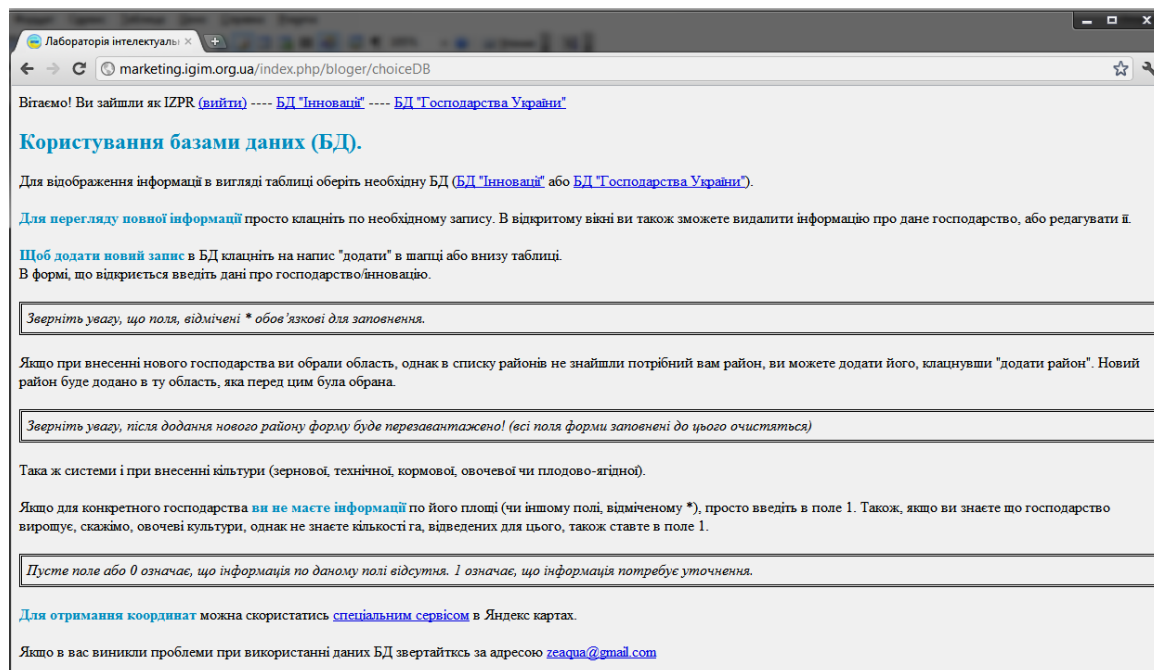


Рис. 8.2 Структурні елементи "Бази даних інновацій та господарств"

База даних дозволяє одержувати користувачам необхідну інформацію з різних напрямів використання інновацій, у тому числі, й у рослинницькій і землеробській галузі.

Загальний пошук інновацій проводиться за трьома структурними елементами: "Назва інновацій", "Автор" та "Сфера застосування". Для більш детального ознайомлення з інноваціями, необхідно подвійним натискуванням миші відкрити активне вікно для ознайомлення з інформацією.

Для доповнення Баз даних інновацій новою інформацією необхідно натиснути на гіперпосилання "...додати запис..." та ввести необхідну інформацію в два блоки: "Основна інформація" та "Контактна інформація" (рис. 8.3).

Водоощадні режими зрошення сільськогосподарських культур - Редагування			
Основна інформація	Контактна інформація		
Назва інновації	Водоощадні режими зрошення	Контактна особа	Писаренко П.В.
Рік створення	2010	Телефон 1	(0552)36-11-39
Автор	Інститут зрошувального землероб	Телефон 2	
Ключові слова	режим зрошення, окупність по	fax	(0552) 36-24-76
Анотація	Водоощадні режими зрошення необхідно використовувати для максимальної окупності поливної води на одиницю врожаю. Доцільним є їх застосування при дефіциті поливної води або інших матеріально-технічних ресурсів для оптимізації штучного зволоження	e-mail	
Переваги	Використання водоощадних режимів зрошення дозволяє зменшити витрати агроресурсів на 15-30% при незначному (до 2-5%) зниженні урожайності с.-г. культур	web-сторінка	http://www.izpr.org
Сфери застосування	Зона зрошення півдня України		
Опис	Водоощадний режим зрошення формується для мінімізації витрат поливної води на одержання одиниці врожаю шляхом диференціації рівня передполівної вологості ґрунту залежно від фаз росту й розвитку с.-г. культур		
<input type="button" value="Зберегти зміни"/> <input type="button" value="Відмінити"/>			

Рис. 8.3 Активне вікно Баз даних інновацій з основною та контактною інформацією

Наприклад, доведена перевага використання ресурсоощадного режиму зрошення, обґрунтована економічна та екологічна необхідність використання розробки.

Також сформовані Баз даних "Господарства України" (рис. 8.4). Використовуючи наведену інформацію користувачі мають можливість

отримати необхідні дані для комерційної та наукової діяльності, в тому числі, й відносно впровадження інноваційних проектів.

Інформація про "ДПДГ "Асканійське"				
Назва установи	ДПДГ "Асканійське"			
Рік заснування	1991			
Керівник установи (П.І.Б.)	Найдьорова Віра Опанасівна			
<i>Діяльність</i>				
Напрямок діяльності	Рослинництво/Тваринництво			
Зернових	Технічних	Кормових	Овочевих	Флодово-ягідних
---	---	---	---	---
<i>Структура землекористання</i>				
Загальна площа	Зрошувальні території			
8753 га	4780 га			
<i>Контактна інформація</i>				
Область	Херсонська область			
Район	Каховський			
Адреса	с. Тавричанка			
Телефон	(05536) 9-11-16, 9-11-45			
Додаткова інформація	Виробнича діяльність ДПДГ "Асканійське" направлена на вирощування зернових культур (озимого і ярого ячменю, жита, овесу, проса, гороху, кукурудзи)масляних (соняшнику, ріпаку, льону), кормових та технічних (люцерна, експортет, віка, конюшина, райграс, фацелія) овочів (помідори, капуста, цибуля, морква, буряк та інші). Господарство являється племінним в молочному і м'ясному скотарстві. Також в господарстві функціонує племінний завод по розведенню овець асканійської тонкорунної породи. В цехах по переробці вирощеної в господарстві продукції виготовляються : мука, макаронні вироби, крупа, хліб, ковбасні та молочні вироби			

Рис. 8.4 Активне вікно Бази даних "Господарства України"

8.3 Наукове забезпечення інноваційних процесів в АПК України

В сучасному високотехнологічному світі найважливіше значення мають інноваційні підходи, які забезпечують раціональне використання всіх видів ресурсів, характеризуються максимальною економічною ефективністю та конкурентноздатністю на локальних та глобальних ринках. У європейських країнах реалізація інноваційних моделей регіонального розвитку базується на побудові співпраці в трикутнику «місцеві органи влади – бізнес – наука», тобто створення нових форм регіональної кооперації. Наприклад, у Німеччині за участю місцевої влади організовано нові структури: корпорації технологічного розвитку, агентства з передачі технологій, технологічні центри, асоціації підтримки підприємницької діяльності та ін. У Франції існують численні агентства (обласні, місцеві, при департаментах) регіонального розвитку. Основна їх мета – залучення інвестицій у регіони. Від функціонування

належного ринку інноваційної продукції виграють всі: інвестор отримує відповідні прирости від вкладеного капіталу; споживач завдяки інноваційній продукції удосконалює свою діяльність, а у підсумку – підвищує ефективність свого функціонування; держава одержує додаткові надходження до бюджету від відрахувань до нього частини прибутків як інвесторів, так і споживачів інновацій [86].

Для аграрних підприємств запровадження інновацій у виробництво – це передусім:

- впровадження нових технологій виробництва сільськогосподарської продукції;
- застосування нових, більш продуктивних порід у тваринництві та нових сортів і гібридів рослин, більш продуктивних та стійкіших до хвороб і несприятливих природно-кліматичних проявів;
- використання біотехнологій, які дають змогу отримати більш якісні, корисні продукти, що мають оздоровчий та профілактичний ефект;
- застосування нових технічних засобів та технологій обробітку ґрунту, очистки і зберігання сировини;
- застосування енергозберігаючих технологій, застосування екологічних інновацій, які відповідно дають змогу збільшити врожайність, продуктивність, мінімізувати витрати та гарантувати безпеку навколишнього середовища.

Одним із найважливіших елементів діяльності аграрних підприємств повинна стати його інноваційна політика, яка міститиме у собі важливі стратегічні й тактичні аспекти.

Метою інноваційної політики є запровадження інновацій у діяльність підприємств для забезпечення оптимального завантаження виробництва.

Вона відбувається у двох напрямках:

1) акцент на потребах ринку і споживачів, яким відповідає маркетингова політика підприємства;

2) концентрація на ресурсах, тобто досягнення в науковій і виробничій сферах, технологіях, управлінських механізмах, оптимізуючи цим самим використання матеріальних, трудових, фінансових та інформаційних ресурсів суб'єкта господарювання.

Здійснення інноваційної політики на підприємстві проходить поетапно, згідно з визначеними цілями підприємства.

Ефективність інновацій в аграрному секторі залежить від системи показників технологічної, економічної, соціальної та екологічної ефективності. Такий підхід гарантуватиме аграрному підприємству постійне отримання вичерпної інформації про стан і ефективність інноваційних процесів.

Сьогодні інноваційна діяльність в агропромисловому виробництві великою мірою залежить від науки, яка здійснюється науково-дослідними установами та науково-педагогічними кадрами вищих навчальних закладів усіх рівнів акредитації.

Обсяг ресурсів у сільському господарстві дуже обмежений, тому інвестиції в основний капітал і формування оборотних коштів необхідно сконцентрувати в точках (полюсах) розвитку сільського господарства, в яких процес виробництва буде здійснюватися на інноваційній основі. Точками (полюсами) росту можуть бути: племінні тваринницькі і насінневі господарства; репродуктивні свинарські і птахівницькі комплекси, аграрні ВНЗ, науково-дослідні установи, базові господарства з первісного освоєння і подальшої дифузії нововведень тощо.

Інноваційний розвиток аграрного сектора економіки не повинен направлятися винятково на забезпечення максимального економічного ефекту, а орієнтуватися на побудову гуманізованого суспільства та підвищення рівня життя сільського населення. Найбільш ефективними є механізми, які забезпечують створення інноваційного середовища та формують попит на інновації, який у результаті вмотивовує суб'єктів пропозиції (рис. 8.6).

Враховуючи особливості вітчизняної культури і соціальних інститутів, механізмами сприяння покращенню інноваційного клімату в суспільстві є:

1. Зміна установок вищої науки та освіти на конкурентоздатне середовище з розподілом на інтелектуалізацію та генерацію нових знань.



Рис. 8.6 Механізми наукового забезпечення інноваційного розвитку аграрного сектора економіки України [81]

2. Розвиток у системі науки та освіти цінності самоосвіти із акцентом на задоволення, яке надає творчість.

3. Формування в особистості навичок наполегливості у відстоюванні власних ідей.

4. Підтримка і заохочення підприємств-новаторів та особистостей-новаторів.

5. Підвищення рівня інноваційного рівня функціонування зрошуваних агроecosystem.

Сучасний стан економіки України потребує створення нової системи інноваційного розвитку агропромислового сектору в системі "аграрна освіта – аграрна наука – аграрне виробництво" з поглибленням співпраці центральних та місцевих органів виконавчої влади у вирішенні питань функціонування і розвитку аграрної науки та освіти.

На сьогодні існує проблема підготовки висококваліфікованих робітничих кадрів, фахівців з вищою освітою та впровадження вітчизняних наукових розробок в агропромисловому комплексі. Функціонування аграрної освіти та

науки не повною мірою відповідає соціально-економічним потребам суспільства, рівню розвитку виробництва та продовольчої безпеки держави.

Розв'язання проблеми можливе за умови реформування аграрної освіти та науки із застосуванням інноваційних підходів, що дасть змогу підвищити їх якість та результативність, ефективність використання кадрового та наукового потенціалу галузі, забезпечити конкурентоспроможність агропромислового сектору національної економіки та підвищити добробут населення.

Важливою складовою сучасного європейського інноваційного рівня є інтеграція академічної та університетської аграрної науки шляхом реформування вищих аграрних навчальних закладів та наукових установ Національної академії аграрних наук з використанням їх потенціалу з метою створення з урахуванням природно-кліматичних зон регіональних навчальних науково-виробничих комплексів як центрів навчально-наукового і кадрового забезпечення агропромислового комплексу України.

Інноваційна наукова діяльність – це важливий процес внесення в сільськогосподарське виробництво якісно нових елементів. Цей вид діяльності характеризується вищим ступенем творчої діяльності й забезпечує:

- створення нових наукових та освітніх технологій;
- формування нового світогляду;
- активну допомогу формуванню всебічно розвиненого фахівця в галузі сільського господарства;
- позитивний вплив на створення нових управлінських структур;
- створення оптимальних умов для формування досконаліших стосунків між науковцями, виробниками та суспільством.

Інноваційна наукова діяльність визначається філософською, мотиваційною, креативною, операційною та рефлексивною складовими.

Проблему мотивації інноваційної діяльності треба розглядати як здобуття суб'єктом адекватного особистісного розуміння, професійної діяльності у системі інших видів діяльності. Розгляд особливостей мотиваційної сфери інноваційної діяльності не може бути повним без урахування провідного

регулятора будь-якої діяльності. Формування діяльності починається з прийняття цілеутворення та його визначення. Домінуючий мотив виконує роль системоутворювального фактора щодо інших мотивів діяльності.

Для інноваційної діяльності важливою є рефлексія цілепокладання, що полягає в досягненні:

- максимальної творчої діяльності особистості;
- оптимальних умов праці у швидкозмінюваному світі;
- фундаментальної освіти;
- умов формування культури мислення, спілкування та дії;
- умов формування відповідальності за прийняте рішення.

Таким чином, інноваційну діяльність треба розглядати як одну з форм інвестиційної діяльності, яка забезпечує розробку, поширення і застосування інновацій у системі наукового забезпечення галузі АПК з метою її вдосконалення та оновлення.

Інноваційна наукова діяльність передбачає залучення наукових і педагогічних працівників до творчої діяльності, створення ними нових або вдосконалених продуктів і технологій. У результаті такої діяльності підвищуються ефективність роботи системи АПК, конкурентоспроможність та розвиток вітчизняних бізнес-структур агросфери держави.

Інноваційна діяльність науково-дослідних установ є експериментальною, проте для неї характерні:

- наявність науково-дослідної програми;
- постійні наукові консультації із проблеми модернізації змісту освіти та методик викладання основ наук;
- організація і проведення курсів та спецкурсів із сучасних досягнень у галузі психології та педагогіки;
- залучення працівників навчальних закладів до роботи у науково-практичних семінарах і конференціях із проблем вдосконалення навчально-виховних та управлінських технологій;
- залучення вчених наукових інститутів до роботи на кафедрах;

- щорічні підсумкові науково-методичні семінари із проблем наукових досліджень та їх результатів тощо.

Сьогодні одним із головних стратегічних завдань держави є забезпечення якості наукового забезпечення агропромислової галузі на засадах збереження її фундаментальності і відповідності нагальним потребам особистості, суспільства, бізнесу, промисловості та сільського господарства. Таким чином, система наукового забезпечення повинна бути сферою постійної взаємодії зацікавлених сторін – держави, освіти, суспільства і громадян, а суб'єкти наукової та освітньої політики повинні мати можливість впливати на діяльність і розвиток системи наукового забезпечення сільського господарства України.

На найближчу перспективу в зв'язку з початком дії договорів про зону вільної торгівлі з країнами Європейського Союзу для підвищення ефективності та конкурентоспроможності вітчизняних агротоваровиробників перспективними напрямками будуть.

8.4 Бази даних інноваційних проектів Інституту зрошувального землеробства НААН

Україна має потужний науковий потенціал, здатний здійснювати наукове забезпечення інноваційної діяльності та ефективний розвиток сільського господарства. Пріоритетами для наукових установ повинні стати: розроблення й впровадження сучасних енергозберігаючих технологій вирощування сільгосппродукції; поглиблення наукових розробок і вироблення рекомендацій щодо політики використання біотехнологій; розвиток органічного, екологічно чистого виробництва сільськогосподарської продукції тощо. Інноваційні процеси в АПК мають свою специфіку. Вони відрізняються різноманіттям регіональних, галузевих, функціональних, технологічних і організаційних особливостей. Сутність інноваційної діяльності в аграрному секторі економіки полягає у розробці і впровадженні в аграрне виробництво прогресивних методів ведення господарства, в основі яких лежать методи ефективного

виробництва продукції, застосуванні нового покоління техніки, використанні нової кадрової політики тощо з врахуванням накопиченого наукового та інноваційного потенціалу [56, 196, 204].

Одним із шляхів реалізації інноваційної наукової діяльності агросфери півдня України є участь науково-дослідних інститутів та мережі дослідних господарств у експериментальній науково-дослідній роботі, створення ними інноваційних структур, через які здійснюється дифузія інноваційних технологій світового рівня та досягається результативність агровиробничих систем, які сформовані на території Південного Степу України [205, 243].

В Інституті зрошуваного землеробства розроблено й упроваджено у виробництво наступні інноваційні проекти:

– Інноваційні вітчизняні сорти пшениці селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН для виробництва зерна на зрошуваних землях Півдня України.

Характеристика інноваційної продукції:

Інноваційною продукцією проекту є насіння нових сортів озимої пшениці селекції ІЗЗ НААН (Овідій, Кохана, Благо, Марія, Конка, Росинка, Леда, Андромеда), адаптованих до природних ґрунтово-кліматичних умов півдня України.

Перевагами цієї продукції є:

- сорти інтенсивного типу, чутливі до високого рівня агротехніки, зрошення, урожайний потенціал, який реалізується при зрошенні – 8,5-10,5 т/га, якість зерна сильної і цінної пшениці;
- зменшена собівартість, обумовлена скороченням енерговитрат, завдяки більш збалансованому використанню агротехнічних факторів продуктивності;
- налагодження системи насінництва нових сортів дасть можливість задовольнити потреби виробників в якісному насінні пшениці;
- нові сорти перевищують існуючі в Україні аналоги (стандарти) за урожайністю, стійкістю до біотичних і абіотичних факторів, якістю зерна;
- нові сорти озимої пшениці селекції ІЗЗ НААН (Овідій, Кохана, Благо,

Марія, Конка, Росинка, Леда, Андромеда) створені методом синтетичної селекції (методами гібридизації з наступним індивідуальним доббором із гібридної популяції F_3) без залучення ГМО-компонентів. Їх вирощують за технологією, яка відповідає вимогам законодавчих актів та інших нормативних документів щодо допустимого негативного впливу на навколишнє середовище.

В Інституті зрошувального землеробства НААН України виконується державна програма створення сортів озимої пшениці для зрошувального землеробства. Селекціонери Інституту під керівництвом А. П. Орлюка вперше в Україні, починаючи з 1968 року, працювали над проблемою створення сортів пшениці для умов зрошення. В результаті цієї роботи у різні роки були створені і районовані сорти озимої пшениці м'якої: Херсонська 153, Мрія Херсона, Херсонська 86, Херсонська остиста, Находка 4, Херсонська безоста, Херсонська 99, Овідій, Кохана, Благо, Марія, і твердої: Дніпряна, Кассіопея, Андромеда, їх урожайний потенціал на зрошенні – 8,5-10,5 т/га, на неполивних землях – 6,0-7,5 т/га, якість зерна сильної і цінної пшениці. Вони володіють адаптивною здатністю і в умовах без зрошення. Розроблені принципи і методи селекційної роботи у південному регіоні України – у зоні ризикованого землеробства, де урожайний потенціал сортів може бути реалізований на високому рівні лише за умов зрошення і завдяки наявності у генотипів генетичних механізмів стійкості до біотичних та абіотичних факторів довкілля в період вегетації рослин.

Використання наявних і створення нових сортів, що відповідають таким вимогам, за дотримання технології вирощування дозволяє отримувати гарантовано сталі урожаї якісного зерна у південному регіоні.

– Впровадження у виробництво новітніх перспективних сортів люцерни для біологічного землеробства.

Інноваційна пропозиція націлена на рішення питань біологічного землеробства за рахунок розповсюдження херсонських сортів люцерни, які дають можливість покращити фізико-хімічні властивості ґрунту, підвищити його родючість, урожайність сільськогосподарських культур без внесення

мінеральних добрив або з мінімальними нормами добрив та отримати екологічно чисту харчову продукцію.

В результаті інтенсивного землеробства відбулось зниження рівня гуміфікаційних процесів, яке спричинило розвиток глобальної деградації гумусу і родючості ґрунтів. При обмеженому внесенні в ґрунт мінеральних, та, особливо, органічних добрив, підтримання бездефіцитного балансу гумусу можливо лише за умов застосування інших джерел. Як один із шляхів призупинення негативних процесів у ґрунті та підвищення його родючості можна розглядати поширення посівів люцерни.

Вирощування люцерни протягом 2-3-х років дозволяє збільшити кількість гумусу у ґрунті на 0,3-0,5%, або на 7,5-12,0 т/га, корневих залишків 12-16 т/га, як важливого джерела для гумусоутворюючих процесів.

Сорти люцерни селекції Інституту зрошуваного землеробства «Унітро», «Веселка», «Серафіма», «Зоряна» занесені у Реєстр сортів рослин України. Сорти мають потужну кореневу систему стрижнево-розгалуженого типу, підвищений рівень азотфіксації; здатні накопичувати в ґрунті 2,41-2,55 ц/га біологічного азоту, відрізняються високою кормовою (75-125 ц/га сіна) та насіннєвою (2,5-6,0 ц/га) продуктивністю.

Сорти люцерни селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН здатні:

- завдяки потужній кореневій системі стрижнево-розвиненого типу сприяти поліпшенню фізико-хімічних властивостей ґрунту та його родючості;
- накопичувати в ґрунті 2,41-2,55 ц/га біологічного азоту, завдяки підвищеній біологічній азотфіксації, що рівноцінно внесенню 6-7 ц аміачної селітри;
- вони кращі попередники в сівозміні для отримання екологічно безпечної продукції наступних після люцерни сільськогосподарських культур, які можливо отримати лише за рахунок біологічного азоту, без внесення мінеральних добрив.

Херсонські сорти люцерни мають суттєві конкурентні переваги перед аналогами та вперше в Україні запропоновані для біологічного землеробства.

Вперше в Україні створено сорти люцерни з потужною кореневою системою стрижнево-розгалуженого типу, підвищеним рівнем азотфіксації, здатністю накопичувати в ґрунті 2,41-2,55 ц/га біологічного азоту і високою кормовою (75-125 ц/га сіна) та насінневою (2,5-6,0 ц/га) продуктивністю.

У закордонних країнах подібна селекційна робота не проводилась, але деградація гумусу та зниження родючості ґрунтів – це загальна проблема світового землеробства. Тому «Херсонські сорти люцерни», як кращі попередники для всіх сільськогосподарських культур можуть успішно конкурувати на ринку України, Росії, Білорусі, Узбекистану (у господарствах усіх форм власності).

Розроблено проект з насінництва нових високотехнологічних сортів помідору їстівного промислового типу для умов півдня України. Інноваційною продукцією проекту є насіння нових високотехнологічних сортів помідору промислового типу селекції ІЗЗ НААН (Наддніпрянський 1, Кіммерієць, Сармат, Інгулецький, Кумач), адаптованих до природних ґрунтово-кліматичних умов півдня України.

Перевагами цієї продукції є:

- зменшена собівартість, обумовлена скороченням енерговитрат, завдяки більш збалансованому використанню агротехнічних факторів продуктивності;
- сорти помідору Наддніпрянський 1, Кіммерієць, Сармат, Інгулецький, Кумач промислового напрямку використання, універсального призначення (споживання в свіжому вигляді, цільноплідне консервування, переробка на томат-продукти), інтенсивного типу, чутливі до високого рівня агротехніки, зрошення. Урожайність на зрошенні 65-90 т/га. Придатні до комбайнового збирання;
- налагодження системи насінництва нових сортів помідору промислового типу дасть можливість задовольнити потреби виробників томатної продукції в якісному насінні.

Нові сорти помідору перевищують існуючі в Україні аналоги за урожайністю, товарністю, біохімічними показниками плодів (вмістом у плодах

сухої розчинної речовини, цукру, аскорбінової кислоти), мають кращі смакові якості.

Запропонований продукт (насіння помідору) дешевший порівняно з зарубіжними аналогами (у 2013 р. ціна 1 кг насіння була нижча на 300-400 грн) при рівнозначних якісних показниках.

Нові сорти помідору їстівного (Наддніпрянський 1, Кіммерієць, Сармат, Інгулецький, Кумач) створені методом синтетичної селекції (гібридизація з наступним добором) без використання ГМО. Їх вирощують за технологією, яка відповідає вимогам законодавчих актів та інших нормативних документів щодо допустимого негативного впливу на навколишнє середовище.

Продуктом інноваційного проекту є адаптована до ґрунтово-кліматичних і агроєкологічних умов півдня України ресурсоощадна технологія вирощування помідорів промислового типу з метою отримання високоякісного насіння нових вітчизняних сортів.

Даний проект відповідає пріоритетному напрямку, визначеному Законом України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», ст. 8, п.5 «Високотехнологічний розвиток сільського господарства і переробної промисловості».

Інноваційний проект вирішує ряд комплексних проблем виробництва помідору, зокрема, щодо налагодження системи насінництва нових сортів цієї овочевої культури промислового типу, заміщення імпортного насіння на українському ринку насінням вітчизняних сортів, адаптованих до природних ґрунтово-кліматичних умов півдня України.

Проект органічно вписується в освоєння пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки в Україні, а саме: інтенсивні технології і ресурсозберігаючі технології в агропромисловому комплексі, новітні біотехнології, збереження навколишнього середовища та сталий розвиток.

Використання інновацій у межах даного проекту сприятиме також розвитку переробної промисловості.

Сорти сої для біологічного землеробства з підвищеною адаптаційною здатністю та високим вмістом білка та олії.

Іноваційною продукцією є скоростиглі сорти сої.

Перевагами цієї продукції є:

- висока адаптаційна здатність, можливість вирощування в усіх кліматичних зонах України і за її межами;
- ці сорти краще за інші використовують зимово-весняну вологу;
- мають інтенсивний ріст в початковий період;
- вони кращі попередники в сівозміні для отримання екологічнобезпечної продукції послідувачих сільськогосподарських культур (накопичення біологічного азоту)

Захищені авторськими свідоцтвами та патентами, технології вирощування.

Технічний рівень даної інноваційної продукції високий. Ступінь новизни висока, так як вперше в Україні запропоновані сорти сої для біологічного землеробства.

Даний інноваційний проект має загальнодержавне значення.

Інноваційний проект відповідає напрямку інноваційної діяльності високотехнологічного розвитку сільського господарства і переробної промисловості за розділом «Екологічно чисті харчові продукти та продукти з високими оздоровчими властивостями з овочевих та зернових культур».

Розробка систем землеробства та високоефективних, ресурсощадливих, екологічнобезпечних технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях Півдня України.

Комплексним рішенням агрономічних, економічних та екологічних проблем є розробка технологій вирощування кукурудзи на зерно, сої, овочевих культур та багаторічних трав на насіння при використанні систем мікродозування і краплинного зрошення. В результаті виконання поставлених завдань можна вдосконалити технологічні проекти вирощування сільськогосподарських культур у сівозмінах різної спеціалізації.

Значна частина питань з цього напрямку досліджень була опрацьована на системах зрошення дощувальними машинами різних конструкцій вітчизняного і зарубіжного виробництва вченими наукових установ України, близького та далекого зарубіжжя. Що стосується систем мікро дощування та краплинного зрошення, то таких результатів в Україні недостатньо, а експериментальні дані, отримані в Ізраїлі та інших країнах світу, проведені в зовсім інших ґрунтово-кліматичних умовах і дублювання розроблених там технологій в наших умовах призводить до погіршення екологічної ситуації в агроценозах, особливо при вирощуванні овочевих культур та картоплі. Тому необхідно проведення експериментальних досліджень, що враховують меліоративний стан ґрунтів і територій де можливе широке використання даних систем землеробства. Вирішення питань зменшення ризиків від погодних умов потребує проведення подальших досліджень.

8.5 Організаційно-економічні аспекти вирішення глобальної продовольчої проблеми за допомогою зрошення

Сучасні пріоритети економічного розвитку України потребують розробки нових концепцій економічного зростання регіонів. Саме тому особливої актуальності набуває об'єктивна оцінка та аналіз їхніх природних і ресурсних компонентів. У той же час, попередній історичний досвід показав, що виокремлення об'єктів із середовища їх існування, лишає цілісну систему стійкості [11, 37, 354].

Важливою умовою її функціонування стає збереження існуючого в межах даної території еколого-економічного потенціалу. Це дозволить максимально реалізувати потенціал агроєкосистем та забезпечити їх природними, трудовими та матеріально-технічними ресурсами [47, 108, 139].

Аграрне виробництво є матрицею усіх інших видів матеріальної діяльності людини. Тому, структура національного виробництва значною мірою визначається рівнем продуктивності праці у сільському господарстві, а

саме аграрне виробництво є однією із сфер бізнесу. Для його успішного ведення потрібні знання специфічних особливостей підприємництва в аграрній сфері [308, 310, 415].

Однією з таких особливостей є обмеженість виробництва кількістю та якістю основних засобів: придатних для землеробства ґрунтів, ставкового та лісового фонду. На ці первинні потреби не діє закон заміщення, їх не можна нічим замінити. Збереження і раціональне використання цих засобів є одночасно й умовою прибутковості агровиробництва, вирішення регіональних соціальних проблем та розвитку сільськогосподарської галузі України [183, 374].

В історичному аспекті на всіх етапах розвитку агрономічної науки головним питанням було і залишається формування високопродуктивних систем зрошеного землеробства. По мірі розвитку науки в термін «система землеробства» закладався неоднаковий зміст, проте, незалежно від цього, головним бажанням вчених-аграріїв було відобразити процес вирощування сільськогосподарських культур у формі єдиної системи, яка базується на сукупності дії та взаємодії численних агротехнічних і природних чинників [206].

У теперішній час, коли світове сільське господарство переходить на новий рівень інтенсифікації з використанням інформаційних систем та ГІС-технологій, відмічається новий якісний етап його розвитку, необхідно уточнення сутності систем землеробства, встановлення теоретичних основ, що має велике наукове й практичне значення, оскільки в інтенсивному землеробстві найбільшою мірою проявляються принципи системного підходу.

За прогнозуванням фахівців ФАО ООН [496] за базисним сценарієм у 2030 році страждати від голоду будуть приблизно 650 мільйонів чоловік. Проте голод може бути ліквідований за рахунок заходів соціального захисту та орієнтованих на покращення становища бідних верств населення цільових інвестицій у виробничу діяльність і, в першу чергу, в сільське господарство. Додаткові інвестиції необхідні, щоб, порівняно із базисним сценарієм,

стимулювати і забезпечити стійкість орієнтованого на поліпшення становища бідних верств населення зростання доходів і зайнятості. Це, в свою чергу, знизить потребу в заходах соціального захисту, спрямованих на усунення розриву між фактичними доходами і межею бідності.

Зміна клімату, деградація ґрунтів і відсутність зростання врожайності створюють загрозу для виробництва зернових і глобальної продовольчої безпеки у найближчі десятиліття. Стійка інтенсифікація рослинництва за допомогою використання зрошення та інших засобів інтенсифікації агровиробництва допоможе вирішити продовольчу проблему, одночасно захистивши природні світові ресурси. До 2050 року щорічний світовий попит на кукурудзу, рис і пшеницю, за прогнозами, досягне близько 3,3 млрд тонн, що на 800 млн тонн перевищить сукупний рекордний урожай 2014 року. Основний приріст агровиробництва необхідно буде забезпечити за рахунок існуючих сільськогосподарських угідь. Слід зауважити, що одна третина цих земель знаходиться в деградованому стані, а частка сільського господарства в споживанні води відчуває зростаючий тиск з боку конкуруючих секторів глобальної економіки [481].

Наприклад, в Африці зміна клімату може мати катастрофічні наслідки для урожаїв пшениці й призвести до зниження врожаїв кукурудзи на 20%. В Азії підвищення рівня моря створює загрозу для вирощування рису в дельтах великих річок. Можливості для зростання виробництва зернових також обмежено такими явищами, як стагнація росту врожайності та зниження прибутковості ресурсномістких систем виробництва [493].

Збереження традиційних підходів у сільськогосподарській галузі матиме диспропорційно негативні наслідки для 500 мільйонів дрібних сімейних фермерських господарств, так само як і для малозабезпечених верств міського населення. За мірою того, як зміна клімату в Азії змушує переносити вирощування пшениці на менш продуктивні території незрошеного землеробства, споживачі будуть стикатися з різким підвищенням цін на продовольство. В Африці зростання населення може посилити залежність від

імпорту рису. Зростаючий попит на кукурудзу при скороченні її виробництва може до 2050 року привести до триразового збільшення обсягів імпорту кукурудзи в окремих країнах, що розвиваються [498].

Стійке підвищення продуктивності існуючих сільськогосподарських угідь – це найкращий шлях для того, щоб запобігти істотному зростанню цін на продовольство, зміцнити сільську економіку та джерела коштів для існування фермерських господарств з обмеженим ресурсним потенціалом, а також скоротити число людей, що піддаються ризику голоду й недоїдання. Запропонована ФАО модель інтенсифікації рослинництва «Зберегти та примножити» спрямована на підвищення врожайності і покращення якості рослинницької продукції при скороченні витрат як для агропідприємств, так і для навколишнього середовища [472].

У багатьох регіонах світу нестача прісної води є дуже гострою, а в деяких надмірне її використання на водоспоживання і зрошення викликає важкі екологічні проблеми. Через таке використання гинуть внутрішні моря – Арал і Мертве море. Рівень останнього за півстоліття, що минуло, зменшився на 25 м і якщо ситуація не зміниться ще через 50 років, то його не стане [475].

Розглянемо тепер інший ресурс нарощування виробництва продовольства – забезпеченість земельними угіддями. Зараз у світовому сільськогосподарському обороті є 1,5 млрд га земель. Із них 40% знаходиться в зоні посушливого клімату, де штучне зрошення сприяє подвоєнню виробництва сільськогосподарської продукції, 15% припадає на так звану зону напіваридного клімату, де зрошення дозволяє потроїти обсяги виробленої рослинницької продукції за умови розширення зрошуваних посівних площ і підвищення врожайності вирощуваних культур. В аридній пустельній зоні розташовано 5% сільськогосподарських угідь. Таким чином, не менше як 60% земель на планеті потребують зрошення.

Цікаво прослідкувати інтенсивність розвитку зрошеного землеробства. На початку XIX сторіччя зрошувані площі в світі складали 8 млн га,

наприкінці цього ж століття – перевищили 40 млн га, тобто зросли в 5 разів. В теперішній час штучне зволоження застосовується в 120 країнах світу.

На Азіатському континенті (площа зрошення 160 млн га) найбільш крупні площі зрошуваних земель мають Китай, Індія, Пакистан. На їхню частку припадає близько 80% всіх зрошуваних земель континенту.

У Західній півкулі найбільш інтенсивно зрошення використовується в Північній і Центральній Америці, де його площі наближаються до 30 млн га, 70% з яких припадає на частку США (рис. 8.7). У нинішній період площа зрошуваних земель у світі складає 260 млн га, що відповідає 1/6 частині світової ріллі. Проте зрошувані землі забезпечують практично стільки ж продукції сільського господарства, скільки її отримують із всіх неполивних площ.

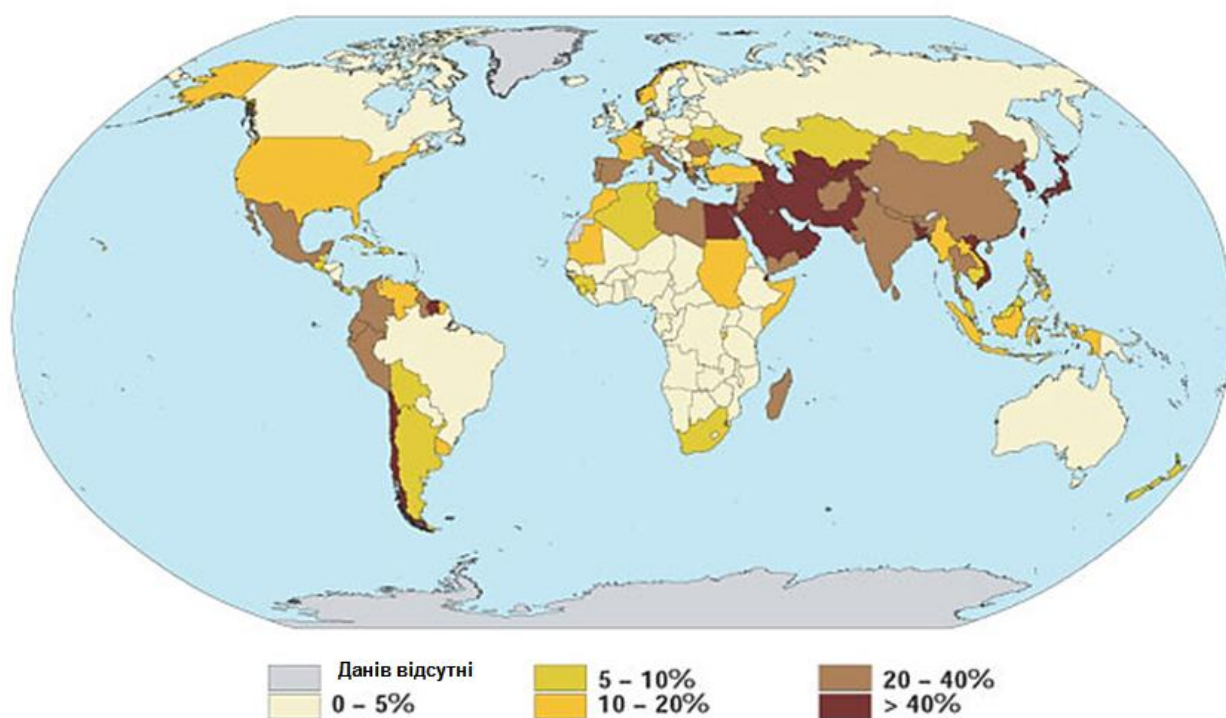


Рис. 8.7 Площа зрошуваних земель у різних ґрунтово-кліматичних зонах світу у відсотках до загальної площі сільськогосподарських угідь (джерело – FAOSTAT, 2002 р. [491])

Продовольча проблема за останні десятиліття залишається дуже гострою. За даними ООН, у 2000-2003 рр. в світі постійно недоїдали 2,5 млрд чол., а понад 600 млн – голодували. При цьому відмічалася суттєва різниця в рівні

харчування населення промислово розвинутих країн – це понад 700 млн чол., і країнах, що розвиваються, – близько 4 млрд чол. У розвинених країнах річне споживання зерна на душу населення наближалось до 1000 кг, у той час як у країнах з низьким економічним рівнем воно дорівнювало в середньому 180 кг. У 2010 році кількість голодуючих у світі зросла до 963 млн чол. В останні роки кількість голодуючих на Землі зменшилася до 800 млн, причому прогнозується, що за рахунок розробки й впровадження нових технологій сільськогосподарського виробництва можливо істотно знизити їх кількість.

Загально прийнятою величиною, яка характеризує продовольчу забезпеченість людини, є кілокалорії на одну людину за день (ккал/люд./день). Динаміка забезпечення населення продуктами харчування досліджена фахівцями ФАО ООН, починаючи з 1965 року і з прогнозуванням до 2030 року (рис. 8.8).

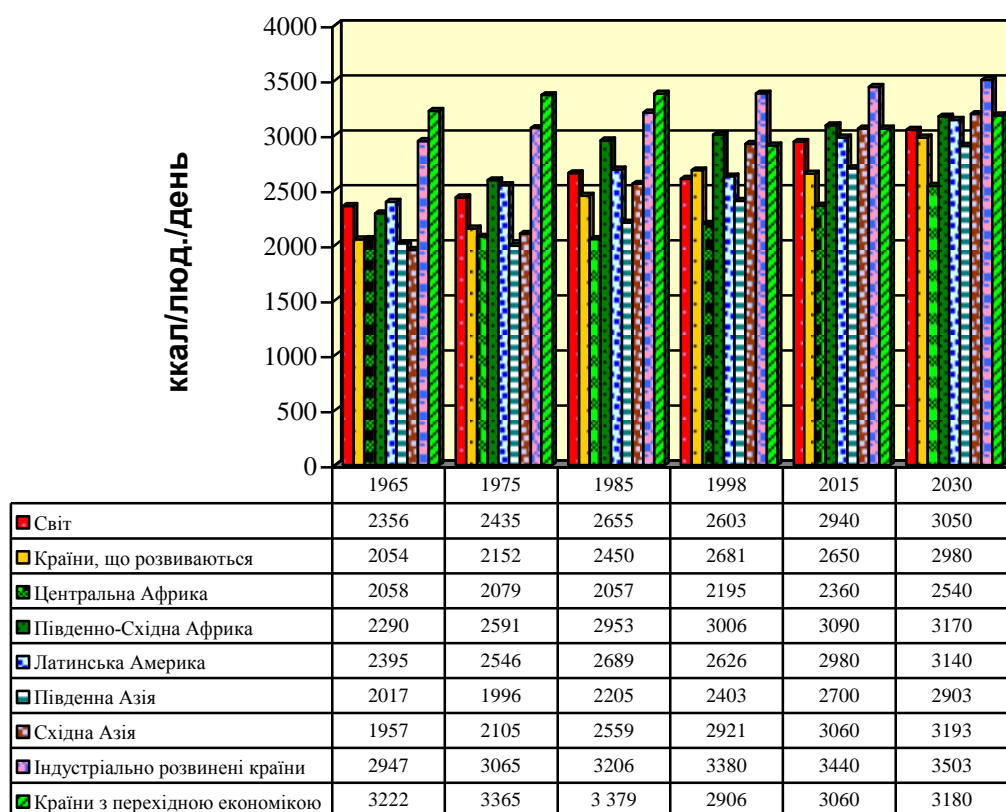


Рис. 8.8 Фактичне та прогнозоване споживання продуктів харчування в різних країнах світу, ккал/люд./день [491]

Аналізом цих даних встановлено, що глобальна ситуація в області

продовольчої безпеки світу має стійку тенденцію до покращення як у країнах, що розвиваються, так і в індустріально розвинених. Попит на продукти харчування має тенденцію до стабілізації на рівні 3500 ккал/люд./день. Вони також показують, що споживання на душу населення продуктів харчування в країнах Центральної Африки, особливо на південь від Сахари, залишається на незадовільно низькому рівні протягом останніх сорока п'яти років.

Слід зазначити, що підвищення в загальному обсязі споживання продуктів харчування не обов'язково пов'язано з показниками зниження абсолютного числа людей, що недоїдають, зокрема, коли існує високий приріст населення. Отже, проблема забезпечення продуктами харчування в світі потребує комплексного вирішення, в тому числі за рахунок розширення площ зрошуваних земель і підвищення продуктивності існуючих.

У розвинутих країнах всі ресурси земель, придатні для сільськогосподарського освоєння, практично вичерпані. Все менше залишається неосвоєних земель і в країнах, що розвиваються. Поряд із цим, відбувається зменшення орних земель у результаті водної та вітрової ерозії, заболочування, а також через відчуження продуктивних сільськогосподарських угідь для міського та промислового будівництва.

За прогнозами ЮНЕП, найближчим часом загибель від ерозії загрожує 600 млн га земель. Щорічна втрата потенційно придатних для сільськогосподарського використання земель через засолення складає 200-300 тис. га. Значно розширили свої кордони пустелі й аридні землі. Так, протягом ХХ століття їх площа зросла з 1,1 до 2,6 млрд га. Загальна площа непродуктивних земель, перетворених нераціональною діяльністю людини в пустелі і непридатні для сільськогосподарського використання масиви, складає вже 2 млрд га, тобто на чверть більше, ніж залишилось [507].

Протягом багатьох років ФАО ООН розробляло та впроваджувало заходи боротьби з опустелюванням. Таким чином, тенденція до скорочення площ орних земель у світі не підлягає сумніву. За оцінками вчених площа малопродуктивних земель з гострим дефіцитом природного

вологозабезпечення складає від 3,2 до 3,6 млрд га [503]. Більше половини із них зосереджені в трьох регіонах світу: в басейнах рік Амазонка і Оріноко, на південь від Сахари в басейні ріки Меконг. Проте освоєння їх як за розміром необхідних капіталовкладень, так і з позиції екологічних засад дуже сумнівне навіть у віддаленій перспективі.

Вагомим резервом вирішення продовольчої проблеми є підвищення врожайності та економічних показників агровиробництва в різних ґрунтово-кліматичних зонах Землі та розширення площ зрошуваних земель за умов раціонального використання поливної води, добрив та інших ресурсів. Так, за аналізом багаторічних експериментальних даних [190] встановлено, що застосування зрошення забезпечує приріст врожайності на основних сільськогосподарських культурах від 102-175 до 220-235% (табл. 8.1, додаток К.1).

Таблиця 8.1

Господарсько-економічна ефективність застосування зрошення в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи

Культура	Кількість років досліджень	Урожайність, т/га		Індекс зрошення	Приріст урожайності від зрошення, т/га	Зрошувальна норма, м ³ /га	Умовний чистий прибуток від зрошення, грн/га
		на зрошенні	без зрошення				
Пшениця озима	35	6,63	1,78	3,73	4,9	1750	13761
Кукурудза на зерно	39	10,11	1,44	7,02	8,7	1950	24391
Кукурудза на силос	35	65,27	17,71	3,69	47,6	2030	5219
Буряки цукрові	17	62,87	29,81	2,11	33,1	2470	12058
Соя	34	3,51	1,60	2,20	1,9	2100	11102
Соняшник	9	3,38	1,21	2,80	2,2	850	9862
Люцерна 2-го року на з/к	21	64,67	18,01	3,59	46,7	4140	26938
Помідор	12	107,2	38,11	2,81	69,1	3050	23151
Картопля рання	7	23,7	15,3	1,56	8,5	940	10659

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Писаренком П.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Індексним аналізом доведено, що застосування зрошення при вирощуванні основних сільськогосподарських культур на зрошуваних землях Південного Степу України, сприяє істотному зростанню їх урожайності. Так, індекс зрошення при вирощуванні кукурудзи на зерно становить 7,02, насіннєвої люцерни – 6,09, насіннєвої кукурудзи – 4,19. Найменшим досліджуваний показник виявився при вирощуванні картоплі ранньої.

Економічним аналізом доведено, що штучне зволоження забезпечує прибутковість на всіх досліджуваних культурах. Максимальний умовний чистий прибуток на зрошуваних землях забезпечує вирощування насіння люцерни (37,3 тис. грн), люцерни на зелений корм (26,9 тис. грн), кукурудзи на зерно (24,4 тис. грн). Мінімальний рівень досліджуваного економічного показника був зафіксований при вирощуванні кукурудзи на силос – 5219 грн.

За прогнозами ФАО, площа зрошуваних земель у світі може бути збільшена в 2-3 рази. На нашій планеті є великі площі земель, придатних до зрошення, із них 290 млн га – в Африці, 80 – у Північній Америці, 30 – в Європі, 2 млн га – в Австралії. Звертає на себе увагу перевищення в програмах ФАО ООН площ зрошуваних земель, що підлягають реконструкції, над площами введення нового зрошення. Розвитку такої тенденції сприяють зростаюча вартість будівництва і освоєння зрошувальних земель. Так, якщо вартість будівництва зрошуваної системи з врахуванням дренажу в перерахунку на 1 га складала в 1975 р. 2800 доларів США, то через півтора десятка років вона збільшилась до 4000-4500 доларів [502].

Починаючи з 1960-х років, світова система постачання харчової продукції відреагувала на подвоєння чисельності населення, забезпечуючи більшу кількість провізії на душу населення при прогресивно більш низьким цінам. Глобальне харчування постійно вдосконалюється.

Це стало можливим завдяки комбінації високоврожайного насіння, поливу, підживлення рослин та боротьби зі шкідниками. У цьому процесі велику кількість води було виділено для сільського господарства. Оскільки населення продовжує зростати, хоча і більш повільними темпами, в

майбутньому має бути вироблено більше їжі та кормів для тварин, а отже і використовуватись більше води, яка застосовується для цього. Водозабір на зрошення в країнах, що розвиваються, як очікується, буде збільшено на 14% до 2030 року, а поліпшення ефективності використання зрошувальної води очікується в середньому на 4%. Зростання водного дефіциту передбачається на місцевому рівні, а в деяких випадках, на регіональному, тому ряду країн доведеться більше покладатися на торгівлю для продовольчої безпеки [498].

У той час як виробництво продуктів харчування задовольняє ринковий попит за певними оцінками, 777 мільйонів людей в країнах, що розвиваються не мають доступу до достатньої кількості харчів, тому що вони не мають ресурсів, щоб купити їх або, у випадку з фермерами, щоб виготовити.

Незважаючи на загальне поліпшення становища з харчуванням, абсолютне число голодуючих скорочується набагато більш повільними темпами, ніж очікувалося. У 1996 році Всесвітній продовольчий саміт поставив перед собою мету скоротити число постійно голодуючих людей близько на 400 мільйонів, але поточні прогнози свідчать про те, що ця цифра може бути досягнута на п'ятнадцять років пізніше від цільової дати, тобто до 2030 року [481].

Між початком 1960 і кінцем 1990 років, у той час як населення світу збільшилося майже в два рази, виробничий потенціал глобального сільського господарства переживав зростання ефективного попиту. Якщо проаналізувати загальний обсяг інвестицій у зрошення та створення дренажних систем, то він, як правило, відповідає цінам на продукти харчування (рис. 8.9).

Значення реформ неструктурної іригації та управління водними ресурсами буде зростати, оскільки світове сільське господарство в цілому починає більш чутливо реагувати на попит. Ця цифра показує, що загальний обсяг інвестицій у системи іригації та дренажу, як правило, відповідає цінам на продукти харчування. Кредитування не включає в себе кредитування комерційними банками приватних фермерів, лише кредитування з боку Світового банку.

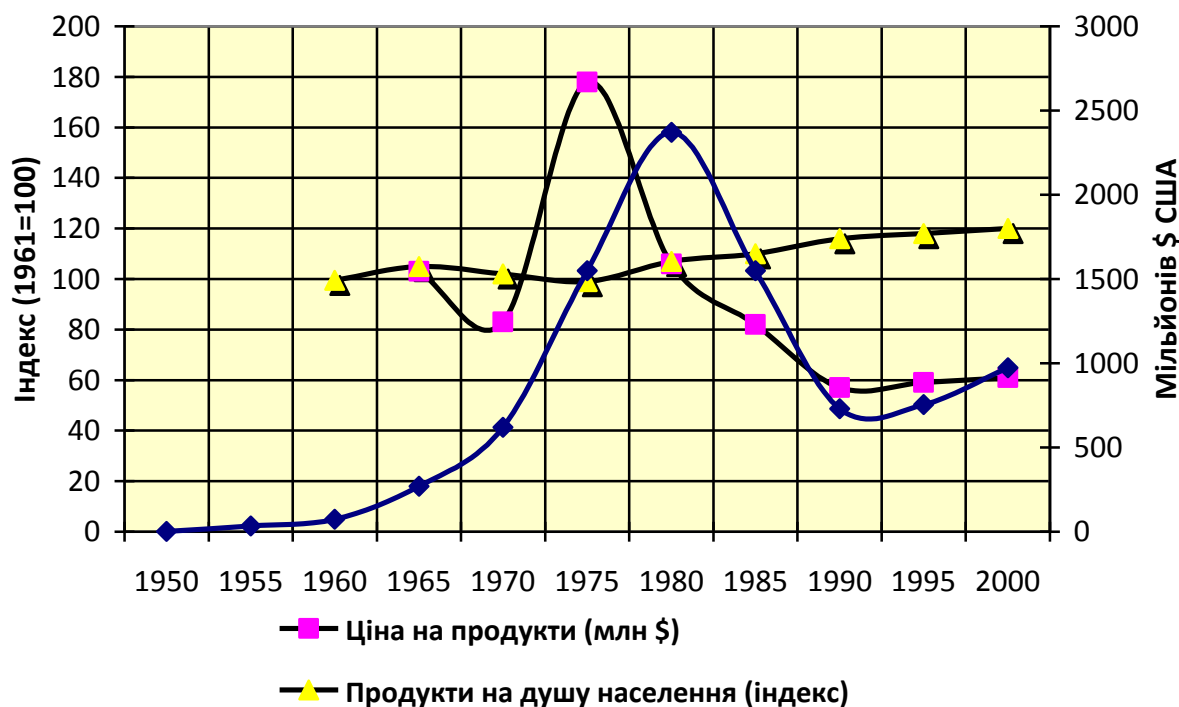


Рис. 8.9 Динаміка світових цін на продовольчі товари, індексу споживання продуктів харчування на душу населення та коштів на інвестиції в системи зрошення й дренажу

За розрахунками фахівців з Міністерства аграрної політики та продовольства України загальні площі додаткового зрошення становлять в Херсонській області 450 тис. га, в Одеській і Миколаївській – по 200 тис. га, в Запорізькій – 140 тис. га (рис. 8.10).

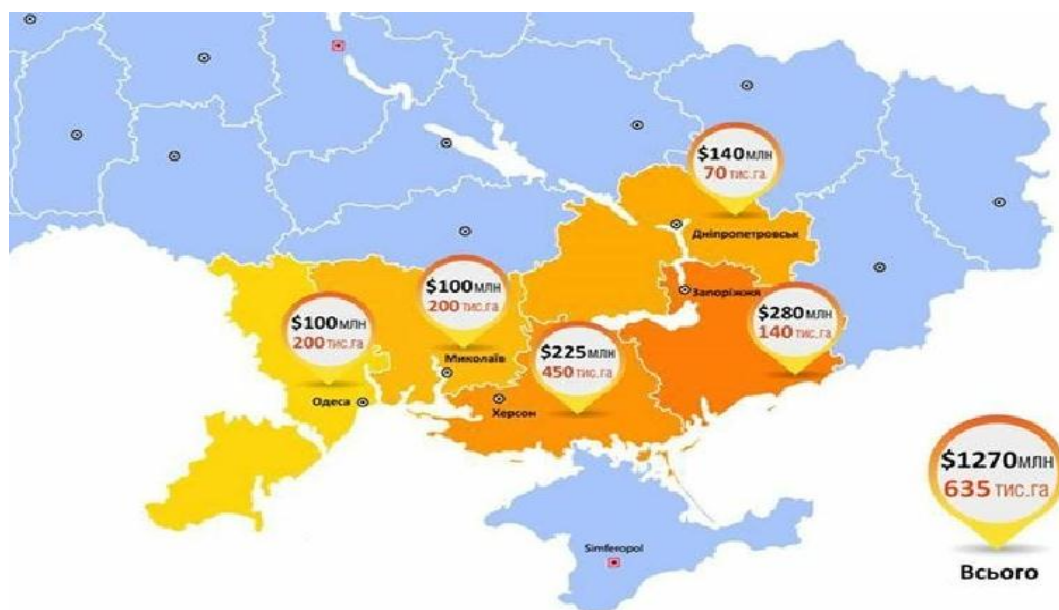


Рис. 8.10 Орієнтовні площі та вартість введення додаткового зрошення в Південному Степу України [83]

Зрошення відіграє важливу роль у забезпеченні необхідного зростання виробництва продуктів харчування. Сьогодні питання виробництва продуктів харчування стає менш важливим, а головне занепокоєння виникає з приводу майбутнього для великомасштабного зрошення з точки зору його загальної ефективності і політичної та інституційної життєздатності, передачі управління державних систем зрошення для користувачів.

Слід зауважити, що розширення площ зрошуваних земель на 635 тис. га потребує значних коштів – на рівні 1,3 млрд доларів США. Отже, відновлення та введення в експлуатацію нових зрошувальних систем потребує масштабного інвестування державними або комерційними структурами.

8.6 Економічна та енергетична оцінка параметрів інтенсифікації землеробства на зрошуваних землях

Економічні аспекти використання поливних земель в ринкових умовах базуються на принципах ресурсозбереження та маловідходності, а стан і економічний розвиток зрошуваного землеробства забезпечується при дотриманні певних екологічних обмежень. Основні аспекти адаптації зрошуваного землеробства до ринкового й природного середовища зумовлені необхідністю розв'язання наступних завдань:

➤ забезпечити пільгове кредитування водокористувачів для розрахунків з енергопостачальниками і водогосподарськими установами, ремонту дощувальної техніки, внутрішньогосподарської зрошувальної мережі, придбання сучасних систем зрошення та агроресурсів;

➤ відпрацювати на законодавчому рівні і запровадити механізм стимулювання товаровиробників за високоефективне використання зрошуваних земель, збереження родючості ґрунтів, а також санкції за неефективне використання води, погіршення меліоративного стану та деградації цих земель;

➤ надати товаровиробникам, що працюють на поливних землях,

короткотермінові пільгові кредити для придбання насіння, мінеральних добрив, засобів захисту рослин через Національний Банк України з погашенням їх після збирання врожаю. Кошти переводити на спеціальні рахунки цільового призначення.

➤ здійснити зміну організаційних форм управління водним і сільським господарством, удосконалити економічні механізми, що дозволить ефективно використовувати плату за воду як найважливіший важіль раціоналізації водокористування і водозабезпечення на зрошені ;

➤ удосконалити систему організації і управління економікою водогосподарсько-меліоративного комплексу з метою зменшення затрат на утримання виробничих об'єктів, апарату управління та обслуговуючого персоналу.

Аналізуючи прибуток від зрошення окремих культур, необхідність вирішення економічних і соціальних питань, збереження родючості ґрунтів і раціонального використання водних ресурсів, можна спланувати науково обґрунтовану структуру посівних площ і багаторічних насаджень на зрошуваних землях (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

Узагальнені економічні показники вирощування рослинницької продукції на зрошуваних землях Південного Степу України (середнє за 2010-2016 рр.)

Напрямок, культура	Урожайність, т/га	Припадає прибутку, грн			
		на 1 га посівної площі	на 1 грн витрат виробництва	на 1 люд-год. витрат праці	на 1 грн амортизації основних фондів
Виробництво зерна: Пшениця озима	6,5	80,81	0,09	5,31	3,58
Кукурудза на зерно	8,0	258,37	0,44	27,45	6,50
Виробництво технічних культур: Соя	2,5	444,0	0,59	62,8	10,34
Ріпак озимий	2,5	872,8	1,88	147,93	27,57
Ріпак ярий	1,7	454,67	1,00	77,72	13,92
Буряки цукрові	40,0	1119,89	0,54	19,47	8,25
Виробництво овочів: Помідор їстівний	65,0	9294,9	4,11	10,51	91,62
Виробництво насіння: Кукурудза (F ₁)	3,0	426,6	0,72	34,51	8,09

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Писаренком П.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Зважаючи на високий прибуток від поливу на овочевих культурах (10-16 тис. грн з 1 га), доцільно побудувати системи краплинного зрошення з метою вирощування овочевих, а також плодово-ягідних культур. Крім того, суттєво підвищують прибуток від зрошення насіннєві посіви зернових, кормових і технічних культур.

У структурі посівних площ на зрошенні в зерновій групі перевагу слід надавати озимій пшениці та кукурудзі, у групі технічних культур – сої та насіннєвим посівам соняшнику, в групі овоче-баштанних культур і картоплі – помідорів, перцям, баклажанам і картоплі, в кормовій групі – багаторічним травам, кукурудзі на силос і кормовим бурякам. При дотриманні такої структури посівів і відповідного рівня агротехніки з кожного поливного гектара можна отримувати більше, ніж на 9 тис. грн валової продукції, або близько 7,4 тис. грн чистого доходу.

Ефективне використання зрошуваних земель можливе лише за умов обов'язкового і неухильного дотримання всіх складових технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур. Значним резервом підвищення економічної ефективності зрошення є оптимізація режимів зрошення з урахуванням біологічних особливостей рослин, меліоративного стану земель, погодних умов під час вегетаційного періоду тощо. З еколого-економічних позицій ефективність ведення землеробства на поливних землях залежить, насамперед, від раціонального використання природного ресурсного потенціалу, де провідне місце належить водним ресурсам.

Механізм їх економії та еколого-безпечного використання ґрунтується на ресурсоощадних технологіях агровиробництва, які залежать від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культур, методичних підходів до їх розробки та організаційно-господарських і технічних можливостей забезпечення.

Застосування ресурсоощадних режимів зрошення – це не просто механічне скорочення зрошувальної норми, а цілеспрямоване регулювання водного балансу зрошуваного поля з урахуванням усіх його витратних та

приходних частин, найбільш повного використання природних та біологічних факторів.

Ефективне впровадження ресурсоощадних режимів зрошення потребує організації постійного контролю за вологістю ґрунту, кількістю опадів, рівнем ґрунтових вод, станом та розвитком сільськогосподарських культур, якістю проведення поливів. Враховуючи дефіцит води та енергоносіїв, необхідно постійно приймати рішення про пріоритет зрошення культур в окремі періоди поливного сезону. Найбільш ефективно поливна вода використовується в критичні періоди, коли кожний кубометр забезпечує одержання максимальної кількості додаткової продукції.

Економія поливної води досягається за рахунок вірного підбору сортового складу культур і перевагу слід надавати тим сортам, які мають підвищену посухо- та жаростійкість. Для окремих культур (кукурудза, соя, картопля, овочі тощо), які мають сорти і гібриди різних груп стиглості, доцільно збільшити питому вагу ранньо- та середньостиглих груп. Так, за даними Інституту зрошеного землеробства НААН [190] у посушливі роки зрошувальна норма середньоранніх та середньостиглих гібридів кукурудзи на 700-1000 м³/га (20-28%) менша, ніж у гібридів середньо- та пізньостиглої груп, а врожайність зерна майже однакова.

Застосування диференційованого режиму зрошення кукурудзи на зерно дозволило знизити витрати води на 0,1 т зерна з 44,5 до 31,6 м³/га, економія поливної води склала 32,3, паливно-мастильних матеріалів – 49,9, трудових затрат – 50,3% на кожному гектарі посіву. Скорочення всіх експлуатаційних витрат досягло майже 13% (додаток К.2).

Високоєфективним виявляється водозберігаючий режим зрошення при вирощуванні люцерни на сіно. Його застосування дозволяє економити 1920-4070 м³/га води, 215 кг/га дизпалива, 22,6 люд.-год./га або відповідно 33,4-70,9; 86,3 та 87,0%.

Значна економія водних, матеріально-технічних та трудових ресурсів досягається і при впровадженні ресурсоощадних режимів зрошення на інших

сільськогосподарських культурах. Розрахунки показують, що в дослідженнях з буряками цукровими витрати води на 1 ц цукру знизились на 49,2%, окупність поливної води зросла більше, ніж у 2 рази. Економія поливної води, ПММ та затрат праці склала відповідно 50,0; 50,0 та 49,6%.

Енергетичним аналізом доведено, що вихід валової енергії при вирощуванні на зрошуваних землях таких культур як люцерна, кукурудза та буряк цукровий перевищував 150 ГДж/га (табл. 8.3). Слід відзначити, що у всіх досліджуваних сільськогосподарських культур різниця у виході валової енергії з одиниці посівної площі між зрошуваними і незрошуваними умовами була мінімальною у картоплі і помідорів (1,4-1,6 рази), а найвищого рівня (в 3,1-7,0 разів) досягла при вирощуванні кукурудзи на силос і зерно.

Таблиця 8.3

Енергетична ефективність застосування зрошення в зоні дії Інгулецької зрошувальної системи

Культура	Валова енергія з врожаєм культур, Дж/га		Витрати енергії, ГДж/га		Приріст енергії, ГДж/га		Коефіцієнт енергетичної ефективності			Енергоемність продукції, ГДж/т		
	зрош.	б/зрош.	зрош.	б/зрош.	зрош.	б/зрош.	зрош.	б/зрош.	різниця ±%	зрош.	б/зрош.	різниця ±%
Пшениця озима	107,3	28,8	47,5	21,7	59,8	7,1	2,26	1,33	+41,2	7,2	12,2	-41,2
Кукурудза на зерно	166,5	23,7	57,9	20,4	108,6	3,3	2,88	1,16	+59,6	5,7	14,2	-59,6
Кукурудза на силос	157,8	51,4	51,3	25,7	106,5	25,7	3,08	2,00	+35,0	0,8	1,5	-45,8
Буряки цукрові	154,9	73,4	62,8	35,7	92,1	37,7	2,47	2,06	+16,6	1,0	1,2	-16,6
Соя	62,1	28,3	43,5	21,4	18,6	6,9	1,43	1,32	+7,3	12,4	13,4	-7,3
Соняшник	70,3	25,2	41,4	15,9	28,9	9,3	1,70	1,58	+6,8	12,2	13,1	-6,8
Люцерна 2-го року на з/к	179,3	69,3	41,8	25	137,5	44,3	4,29	2,77	+35,3	0,6	1,4	-53,4
Помідор	123,2	87,6	59,2	43,4	64,0	44,2	2,08	2,02	+3,0	0,6	1,1	-51,5
Картопля рання	83,2	53,7	55,8	39,4	27,4	14,3	1,49	1,36	+8,6	2,4	2,6	-8,6

Примітки: зрош. – в умовах зрошення; б/зрош. – без зрошення. Експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Писаренком П.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Приріст енергії між зрошуваними і незрошуваними умовами характеризувався ще більшими відмінностями при вирощуванні сої, пшениці озимої та кукурудзи.

Коефіцієнт енергетичної ефективності виявився максимальним (4,29) у люцерни на зелений корм, а мінімальні його значення, на рівні 1,16 – зафіксовані у зерновій кукурудзи, яку вирощували без зрошення. Різниця цього показника між поливними і незрошуваними умовами сягала найвищого рівня у таких культур як: кукурудза на зерно (59,6%), пшениця озима (41,2%), люцерна другого року використання на зелений корм (35,3%).

Енергоємність продукції найвищою – 13,1-14,2 ГДж/т виявилася при вирощування соняшника, сої та кукурудзи на зерно на неполивних землях Південного Степу України. У відсотковому співвідношенні даний показник перевищував 50% на неполивних ділянках, ніж при вирощуванні в умовах зрошення таких культур, як: кукурудза на зерно – 59,6%; люцерна 2-го року використання на зелений корм – 53,4; помідори – 51,5%.

8.7 Виробнича перевірка розроблених моделей зрошуваних агроecosystem

В останні роки кукурудза займає перше місце у світі за показниками врожайності та валових зборів зерна. Стрімкі темпи росту виробництва цієї культури обумовлені високими кормовими, харчовими та технічними якостями, а також надзвичайно високою позитивною реакцією на новітні технологічні розробки, в тому числі, й використання краплинного зрошення. На зрошуваних землях у разі поєднання із впливом достатньої кількості теплоенергетичних ресурсів кукурудза має найвищу зернову продуктивність порівняно з усіма іншими культурами. Крім того, кукурудза здатна за високої культури землеробства витратити найменшу кількість вологи на отримання додаткової кількості зерна [46, 202, 394].

Польові досліді були проведені згідно методик дослідної справи [426] в умовах ТОВ «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області упродовж 2014-2016 рр.

Схема досліді передбачала вивчення таких факторів і варіантів:

1. Фактор А (гібриди): НК Термо (ФАО 330); НК Пако (ФАО 440).
2. Фактор В (способи зрошення): дощування; краплинне зрошення.
3. Фактор С (захист рослин від збудників хвороб): без обробок (контроль); одноразова обробка фунгіцидом (Абакус 1,25 л/га, у фазі початку викидання волоті); дворазова обробка фунгіцидом (Абакус 1,25 л/га, у фази 6-8 листків та у фазу початку викидання волоті).

Результати фенологічних спостережень показали, що тривалість міжфазних періодів, а також у цілому вегетаційного періоду залежить від групи стиглості досліджуваних гібридів кукурудзи. Найменша різниця стосовно тривалості фаз росту й розвитку відмічена в другій половині вегетації, від фази молочної до воскової стиглості зерна – 1-3 доби, а найбільша – 10-14 діб – у період від воскової до повної стиглості зерна. Мінімальна тривалість періоду від сходів до цвітіння – 53-57 діб відмічена у гібриду НК Термо, а у більш пізньостиглого гібриду НК Пако цей показник складав відповідно 65-69 діб.

У середньому за роки проведення дослідження аналіз отриманих урожайних даних показав, що мінімальна врожайність зерна, на рівні 10,3 т/га сформувалася у разі вирощування гібриду НК Термо за дощування та без застосування засобів захисту рослин від збудників хвороб (табл. 8.4).

Таблиця 8.4

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від способу поливу та схем захисту рослин від збудників хвороб, т/га (середнє за 2014 – 2016 рр.)

Гібрид (фактор А)	Спосіб поливу (фактор В)	Захист рослин від хвороб (фактор С)				Середнє по фактору В	Середнє по фактору А
		без обробок (контроль)	одноразова обробка фунгіцидом	дворазова обробка фунгіцидом	середнє		
НК Термо	дощування	10,3	11,6	12,3	11,4	11,7	11,5
	краплинне зрошення	10,7	11,5	12,7	11,6	12,8	
НК Пако	дощування	11,0	12,2	12,9	12,0	–	13,0
	краплинне зрошення	13,4	13,9	14,5	13,9		
Середнє по С		11,3	12,3	13,1	12,2		
NIP ₀₅ для факторів, т/га: А – 0,47; В – 0,52; С – 0,39							

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Коковіхінім С.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Найбільшу врожайність зерна, на рівні 14,5 т/га забезпечило вирощування гібриду НК Пако за краплинного способу поливу та проведення двох обробок фунгіцидом Абакус. За умов використання краплинного зрошення врожайність гібридів підвищилася в середньому по фактору до 12,7 т/га, що на 8,4 % більше за варіант із дощуванням, де цей показник дорівнював 11,7 т/га.

Щодо впливу досліджуваних факторів на продуктивність рослин кукурудзи, то дисперсійним аналізом доведена перевага гібридного складу та захисту рослин (рис. 8.11). Ці фактори сприяли формуванню врожаю відповідно на 30,8 і 29,3 %. Також великий вплив на продуктивність досліджуваної культури мав спосіб поливу (фактор В), який займав 16,3 % у загальній питомій вазі сформованого врожаю зерна. Взаємодія між досліджуваними факторами була несуттєвою (менше одного відсотка), крім взаємодії гібридного складу та способу зрошення – 9,9 %.

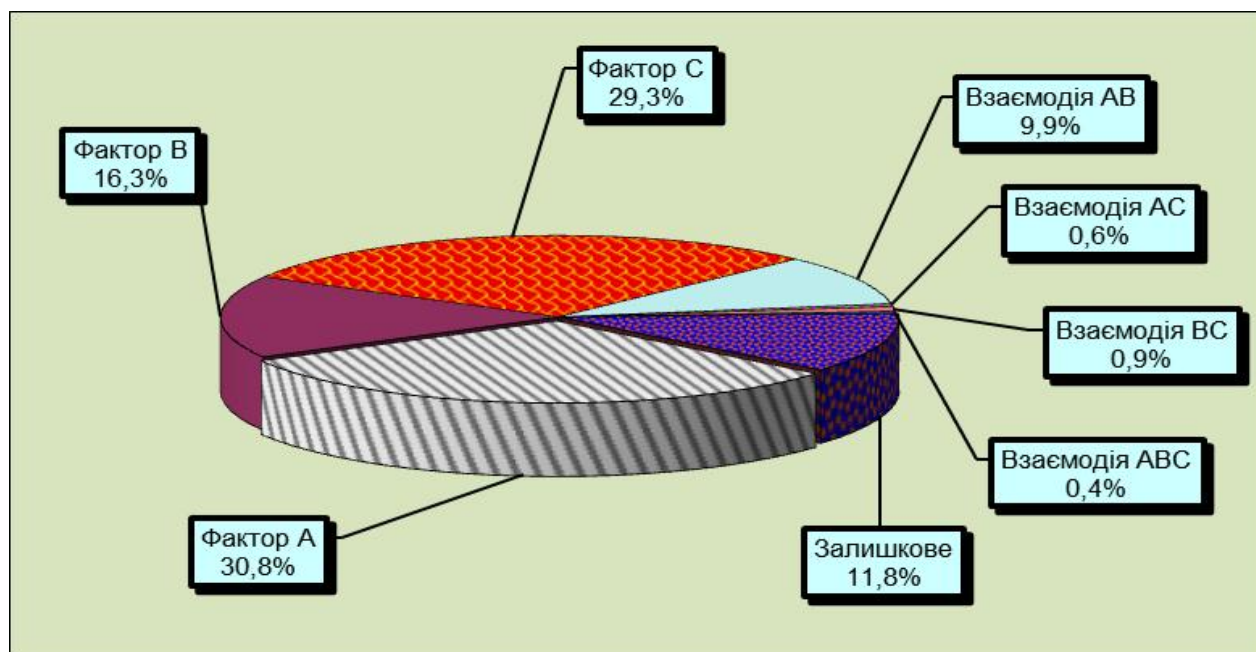


Рис. 8.11 Частка впливу на показники врожайності зерна кукурудзи гібридного складу (фактор А), способу поливу (фактор В) та захисту рослин від хвороб (фактор с), % (середнє за 2014 – 2016 рр.)

Залишкові фактори, в першу чергу погодні умови, мали вплив на формування врожаю на рівні 11,8 %.

Група стиглості гібридів істотно впливала на вологість зерна у

передзбиральний період. Водночас, у середньому по схемах захисту рослин, були виявлені зміни передзбиральної вологості в роки з різним ступенем природного вологозабезпечення. Виявлена пряма залежність збиральної вологості зерна кукурудзи на всіх гібридах від забезпеченості років дослідження гідротермічними елементами. На гібриді НК Термо даний показник становив у середньому за гібридним складом 19,3 %, а на гібриді НК Пако зменшився до 18,3 %.

Найбільшою вартість одержаної продукції на рівні 59,4 тис грн/га одержана у варіанті з гібридом НК Пако у разі його вирощування за краплинного зрошення та проведення двох обробок фунгіцидом проти комплексу збудників хвороб (табл. 8.6).

Таблиця 8.6

**Економічні показники технології вирощування гібридів кукурудзи
залежно від способу полива та захисту рослин від збудників хвороб
(середнє за 2014-2016 рр.)**

Гібрид (фактор А)	Спосіб поливу (фактор В)	Захист рослин від хвороб (фактор С)	Урожай- ність, т/га	Економічні показники				
				вартість валової продукції, грн/га	витрати на основну продукцію, грн/га	собівар- тість, грн/т	чистий прибу- ток, грн/га	рівень рента- бель- ності, %
НК Термо	дощу- вання	С - 1	10,3	42230	20957	2035	21273	101,5
		С - 2	11,6	47560	22570	1946	24990	110,7
		С - 3	12,3	50430	22157	1801	28273	127,6
	крап- линне	С - 1	10,7	43870	21781	2036	22089	101,4
		С - 2	11,5	47150	21431	1864	25719	120,0
		С - 3	12,7	52070	22057	1737	30013	136,1
НК Пако	дощу- вання	С - 1	11,0	45100	22309	2028	22791	102,2
		С - 2	12,2	50020	22012	1804	28008	127,2
		С - 3	12,9	52890	22187	1720	30703	138,4
	крап- линне	С - 1	13,4	54940	22839	1704	32101	140,6
		С - 2	13,9	56990	22934	1650	34056	148,5
		С - 3	14,5	59450	23175	1598	36275	156,5

Примітка. С - 1 – без обробок (контроль); С - 2 – одноразова обробка фунгіцидом; С - 3 – дворазова обробка фунгіцидом. Експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Коковіхіним С.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Собівартість 1 т зерна кукурудзи була найбільшою на варіанті з гібридом НК Термо – 1997-2032 грн. Найбільший чистий прибуток на рівні 36,3 тис грн/га, був на варіанті з гібридом НК Пако з поливами краплинним способом і при максимальному захисті від хвороб – двох обробках рослин фунгіцидом.

За цього ж сполучення варіантів отримали найбільший рівень рентабельності – 156,5 %.

Полеві дослід з пшеницею озимою були проведені протягом 2014-2016 рр. за схемою:

1. Контроль (без добрив).
2. P₉₀ - фон.
3. N₆₀ + фон.
4. N₉₀ + фон.
5. N₁₂₀ + фон.
6. N₁₅₀ + фон.

Площа посівної ділянки складала 1,2 га, облікової 202 м², повторність чотириразова. Обробіток ґрунту і агротехніка була загальноприйнятою для зони Степу України.

В умовах 2014 і 2015 років оптимальною дозою внесення азотних добрив під пшеницю озиму, яку вирощували на дослідних ділянках, виявилася – N₁₂₀P₉₀. Ця норма добрив забезпечила врожай зерна озимої пшениці 4,95-5,72 т/га, тобто приріст на 34,8-46,2% більший порівняно з неудобреним контролем.

При подальшому збільшенні норми азотних добрив врожайність зерна озимої пшениці знижувалася на 0,98 т/га. Таким чином, збільшення норми азотних добрив до 150 кг д.р./га, із точки зору підвищення врожайності, було не доцільним.

У середньому за 2014-2016 роки найбільшу врожайність, на рівні 5,78 т/га, одержано у варіанті з внесенням добрив нормою N₁₂₀P₉₀ (табл. 8.7).

Найменший рівень досліджуваного показника виявився у контрольному варіанті – 3,21 т/га та у варіанті з фоновим внесенням фосфорних добрив – 3,56 т/га.

Таблиця 8.7

Вплив добрив на врожайність зерна озимої пшениці за вирощування в умовах зрошення, т/га (середнє за 2014-2016 рр.)

Варіанти дослідів	Врожайність зерна по повторенням				Середнє
	I	II	III	IV	
1. Контроль(без добрив)	3,15	3,27	3,56	3,12	3,21
2. P ₉₀ - фон	3,47	3,62	3,69	3,47	3,56
3. N ₆₀ P ₉₀	4,12	4,13	4,22	4,14	4,15
4. N ₉₀ P ₉₀	4,46	4,65	4,73	4,57	4,60
5. N ₁₂₀ P ₉₀	5,62	5,83	5,92	5,76	5,78
6. N ₁₅₀ P ₉₀	4,90	4,87	4,97	4,91	4,91
НІР ₀₅ , т/га					0,093

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Писаренком П.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

В умовах зрошення зерно озимої пшениці доброї якості можна одержати тільки при забезпеченості рослин всіма необхідними елементами [21, 233, 394]. Нашими дослідженнями доведено, що під впливом добрив суттєво змінюється вміст білка і його умовний збір з гектара посіву (табл. 8.8).

Таблиця 8.8

Вміст білка в зерні озимої пшениці й умовний збір його залежно від фону азотного живлення (середнє за 2014-2016 рр.)

Варіанти дослідів	Вміст білка, %	Умовний збір білка	
		т/га	% до контролю
1. Контроль (без добрив)	10,5	0,295	-
2. P ₉₀	10,9	0,349	18,3
3. N ₆₀ P ₉₀	11,2	0,421	42,7
4. N ₉₀ P ₉₀	12,5	0,510	72,9
5. N ₁₂₀ P ₉₀	13,9	0,711	141,0
6. N ₁₅₀ P ₉₀	13,0	0,565	91,9

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Писаренком П.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Так, при внесенні P₉₀ вміст білка в зерні озимої пшениці складав 10,9%, тоді як у неудобреному контрольному варіанті – 10,5%. Із застосуванням азотних добрив кількість білка підвищується. При внесенні 60 кг д.р./га

азотного добрива вміст білка збільшувався на 0,7%, порівняно з контролем. Максимальна кількість білка була одержана в зерні пшениці озимої при застосуванні N_{120} – 13,9%, що на 3,4 % вище, ніж у контрольному варіанті. Збільшення норми азотних добрив до 150 кг/га не сприяло підвищенню його вмісту. Аналогічно вмісту білка, змінювався і його умовний збір. Завдяки застосуванню азотних добрив він збільшувався в 1,18-2,41 рази порівняно з неудобrenим контролем.

Проведений аналіз економічної ефективності вирощування озимої пшениці [28, 47, 108] свідчить про істотний вплив фону мінерального живлення на вартість валової продукції, виробничі витрати та, як наслідок, на собівартість (табл. 8.9).

Таблиця 8.9

**Економічна оцінка технології вирощування пшениці озимої
залежно від фону живлення (середнє за 2014-2016 рр.)**

Варіант удобрення	Показники					
	Урожай- ність, т/га	Вартість валової продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т продукції, грн	Чистий прибуток, грн/га	Рівень рента- бельності, %
1. Контроль (без добрив)	3,21	14445	9852	3069	4593	46,6
2. P_{90} - фон	3,56	16020	12738	3578	3282	25,8
3. $N_{60} P_{90}$	4,15	18675	13408	3231	5267	39,3
4. $N_{90} P_{90}$	4,60	20700	14792	3216	5908	39,9
5. $N_{120} P_{90}$	5,78	26010	15222	2634	10788	70,9
6. $N_{150} P_{90}$	4,91	22095	14873	3029	7222	48,6

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Писаренком П.В. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Максимальну вартість валової продукції 26010 грн/га одержали у варіанті з внесенням мінеральних добрив нормою $N_{120}P_{90}$. Найменшим даний економічний показник був на рівні 14445 грн/га на контрольному варіанті (без добрив).

Собівартість продукції (1 т зерна пшениці озимої) була максимальною – 3578 грн у варіанті з внесенням фосфорних добрив, а при застосуванні добрив

нормою $N_{120}P_{90}$ – цей показник зменшився до 2634 грн/т. Найвищий прибуток, на рівні 10788 грн/га, та рентабельність 70,9% були одержані при внесенні добрив нормою $N_{120}P_{90}$.

Польові дослід з картоплею проводили протягом 2014-2016 рр. Поливи здійснювали за допомогою системи краплинного UniRam та спринклерних модулів MegaNet, які забезпечували можливість здійснювати, крім краплинного зрошення, ще полив дощуванням та поверхневим способом. Повторність дослід чотириразова. Площа посівної ділянки 67 м^2 , облікової – 28 м^2 . Попередник – соя. Розміщення ділянок проводили методом рендомізації. Вивчали вплив різних способів поливу (мікродощування, краплинне зрошення, поверхневий полив по борознах) на продуктивність картоплі весняного строку садіння.

Розрахунки балансу водоспоживання картоплі з шару ґрунту 0-200 см показали, що за умов звітнього року найбільша питома вага належить опадам – 51-66% у поливних варіантах і 63% у варіанті без зрошення (табл. 8.10).

Таблиця 8.10

Сумарне водоспоживання картоплі весняного строку садіння із різних шарів ґрунту (середнє за 2014-2016 рр.)

№ з.п.	Спосіб поливу	Сумарне водоспоживання з шару ґрунту, $\text{м}^3/\text{га}$			Баланс водоспоживання в шарі ґрунту 0-200 см					
					ґрунтова волога		опади		поливна вода	
		0,5 м	1,0 м	2,0 м	$\text{м}^3/\text{га}$	%	$\text{м}^3/\text{га}$	%	$\text{м}^3/\text{га}$	%
1	Мікродощування	2942	3063	2985	458	15,0	1527	51,0	1000	34,0
2	Краплинне зрошення	2270	2363	2313	486	21,0	1527	66,0	300	13,0
3	Поливи по борознах	2925	3039	2889	372	13,0	1527	53,0	990	34,0
4	Без зрошення	2135	2443	2414	887	37,0	1527	63,0	-	-

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Балашовою Г.С. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Низька питома вага поливної води (13-34%), особливо при застосуванні краплинного зрошення.

Спостереження за ходом середньодобового випаровування рослинами картоплі по основних фазах розвитку рослин показує, що в період від сходів до бутонізації середньодобове випаровування становить 21,7 м³/га.

У міжфазний період бутонізація – цвітіння випаровування картоплі зростає до 25-42 м³/га. Міжфазний період цвітіння – в'янення бадилля відмічено деяким підвищенням випаровування – до 29-44 м³/га, що пояснюється зростанням середньої відносної вологості повітря в цей період за рахунок частих невеликих дощів та помірних середньодобових температур повітря (19,2-22,5°C). На завершенні вегетації картоплі, в період в'янення бадилля – повна стиглість випаровування як при зрошенні, так і на контрольному варіанті практично вирівнюється і становить 24-30 м³/га.

Аналіз врожайних даних свідчить про те, що зрошення забезпечило суттєву прибавку врожаю (11,21-14,16 т/га), порівняно з варіантом без використання штучного зволоження (табл. 8.11).

Таблиця 8.11

Вплив способів поливу на продуктивність картоплі весняного строку садіння (середнє за 2014-2016 рр.)

№ з.п.	Спосіб поливу	Врожайність бульб, т/га	Приріст урожайності від зрошення,		Окупність поливної води, кг/м ³
			т/га	%	
1	Мікродощування	22,73	14,16	62,3	7,1
2	Краплинне зрошення	26,73	18,16	67,9	31,9
3	Поливи по борознах	19,78	11,21	56,7	4,27
4	Без зрошення	8,57	–	–	–
НІР ₀₅ , т/га		1,12			

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Балашовою Г.С. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Мінімальна врожайність отримана на ділянках без зрошення, на рівні 8,57 т/га, а найбільшою вона виявилася у варіанті з краплинним зрошенням – 26,73 т/га. Слід відзначити, що при застосуванні краплинного зрошення зрошувальна норма була найменшою, а окупність поливної води була у 4-7 разів вищою за інші способи поливу. Також окупність поливної води на

ділянках з мікродощуванням була на 2,83 кг/м³ вищою за цей же показник на площах із поливами по борознах.

За середньою масою бульб виділяються варіанти мікродощування (106,0 г) та поливи по борознах (97,0 г). Найбільша кількість бульб на одній рослині була при краплинному зрошенні і склала 7,2 шт./роsl., у варіанті без зрошення цей показник був найнижчий і склав 5,1 шт./роsl.

Для встановлення економічної ефективності застосування різних способів поливу при вирощуванні картоплі проведено аналіз економічних показників витрат матеріально-технічних ресурсів згідно електронних технологічних карт. Норми виробітку, розцінки на механізовані та ручні роботи приймали згідно нормативам, рекомендованим для виробництва. При визначенні вартості валової продукції з 1 га в розрахунках використовували основний вид продукції (товарна картопля). Ціни на одержану продукцію, паливно-мастильні матеріали, добрива та інші ресурси приймали станом на 1 вересня 2016 року (табл. 8.12).

Таблиця 8.12

Показники економічної ефективності вирощування картоплі залежно від способів поливу (середнє за 2014-2016 рр.)

№	Варіант	Урожайність, т/га	Економічні показники				
			вартість валової продукції, грн./га	витрати на основну продукцію, грн./га	собівартість, грн./ц	прибуток, грн./га	рівень рентабельності, %
1	Мікродощування	22,73	34095	23792	104,7	10303	43,3
2	Краплинне зрошення	26,73	40095	24983	93,5	15112	60,5
3	Поливи по борознах	19,78	29670	21749	110,0	7921	36,4
4	Без зрошення	8,57	12855	8251	96,3	4604	55,8

Примітка: експериментальні дані в таблиці одержано разом з д.с.-г.н. Балашовою Г.С. Аналіз і узагальнення результатів – автора

Максимальна вартість валової продукції, на рівні 40095 грн/га, одержана при застосуванні краплинного зрошення. Слід зауважити, що при вирощуванні картоплі весняного строку посадки зросли витрати на основну продукцію, що пов'язано зі збільшенням витрат на збирання, транспортування й доробку

продукції (бульб картоплі), проте це підвищення було незначним і становило лише 4,7%, порівняно з поливами мікродошуванням.

Чистий прибуток і рівень рентабельності, серед варіантів різних способів поливу картоплі, зростали відповідно до збільшення врожайності та співвідношення вартості валової продукції та виробничих витрат. Найкращим за цими показниками – чистий прибуток 15112 грн/га та рівень рентабельності 60,5% виявився варіант з поливами краплинним способом. На другому місці був витрат з поливами мікродошуванням, де чистий прибуток знизився до 10303 грн/га, а рентабельність становила 43,3%. Найменшим чистий прибуток виявився у неполивному варіанті – 4604 грн/га.

Розрахунками результатів власних досліджень з сільськогосподарськими культурами та узагальнення багаторічних експериментальних даних вчених Інституту зрошеного землеробства НААН [190] доведено високий рівень відмінностей коефіцієнту продуктивності зрошуваних земель при вирощуванні основних сільськогосподарських культур (рис. 8.12).

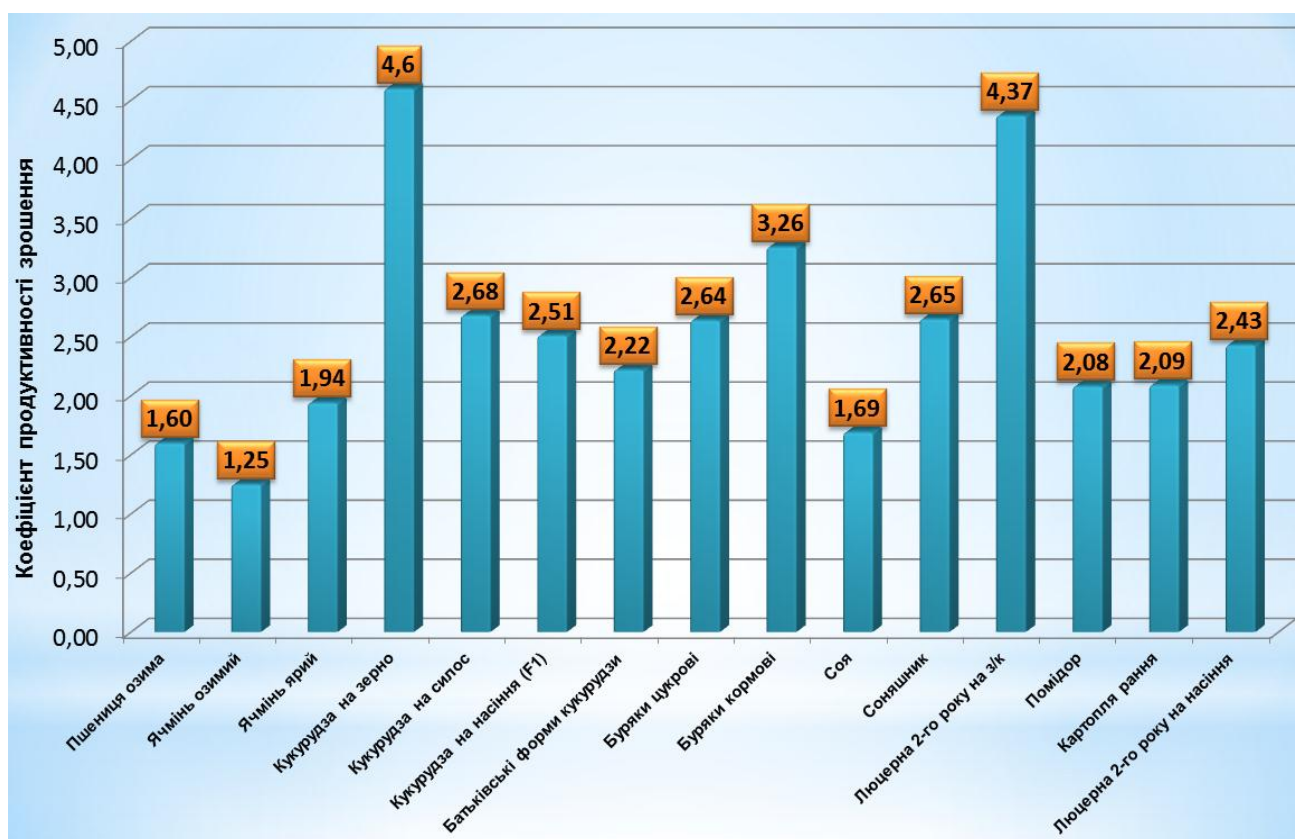


Рис. 8.12 Коефіцієнт продуктивності зрошуваних земель при вирощуванні основних сільськогосподарських культур в умовах Південного Степу України

Найвищим – на рівні 4,60, цей показник виявився у кукурудзи на зерно та у люцерни другого року використання – 4,37. Мінімальні значення коефіцієнту продуктивності зрошення були одержані при вирощуванні ячменю озимого – 1,25. Одержані дані свідчать про необхідність врахування параметрів продуктивності зрошення для кожної сільськогосподарської культури при плануванні сівозмін та підвищення ефективності використання штучного зволоження в умовах Південного Степу України.

Висновки до розділу 8

1. Інвестиційні проекти вирішують ряд комплексних проблем підвищення продуктивності зрошення та оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах зрошення Південного Степу України, зокрема, щодо економії природних ресурсів, сталого отримання високоякісної продукції на поливних землях. Інноваційні напрями розвитку зрошуваного землеробства органічно вписуються в освоєння пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в Україні, а саме: інтенсивні технології і ресурсозберігаючі технології в агропромисловому комплексі, новітні біотехнології, збереження навколишнього середовища, сталий розвиток сільського господарства, підвищення економічної ефективності та екологічної безпеки агросфери.

2. Розроблені бази даних користувачів інновацій у галузі меліорації в південному регіоні України, «Інновації» та «Господарства України» дозволяють агровиробникам зони зрошення півдня України використовувати інноваційні технології та отримати необхідну інформацію для пошуку ресурсів і матеріалів. За результатами досліджень узагальнено комплекс господарсько-економічних показників потенційних споживачів одержаних науково-технічних розробок у галузі зрошуваного землеробства, зокрема об'єктів права інтелектуальної власності.

3. Реалізація проектів, розроблених в Інституті зрошуваного землеробства НААН, дозволяє впровадити у виробництво новітні технології

виращування зернових, технічних, кормових та овочевих культур, запропонувати насіння високих репродукцій основних сільськогосподарських культур та стабільно отримувати рослинницьку продукцію з показниками якості на рівні світових стандартів. Крім того, ці розробки сприятимуть підвищенню продуктивності зрошення на локальному, регіональному та держаному рівні.

4 Прогрес сучасного і перспективного зрошуваного землеробства немислимий без створення енергозберігаючих і природоохоронних технологій виращування сільськогосподарських культур, що базуються на раціональному використанні природних ресурсів (клімат, ґрунти) і штучної енергії у вигляді засобів хімізації, зрошення, машин. Змінилися підходи і до використання зрошуваних земель. У структурі посівних площ при зростанні питомої ваги сої, овочевих і зернових культур до 70-90% зменшилися посівні площі кормових культур, що пов'язано з впливом економічних чинників та скороченням площ під багаторічними травами. Крім того, в 2-5 разів збільшилася група технічних культур, в основному соняшнику, що потребує розробки й упровадження сучасних зональних систем землеробства на локальному рівні господарств.

5. З метою підвищення продуктивності зрошення необхідно впроваджувати економічно обґрунтовані технологічні операції, зокрема, з раціональне використання поливної води, добрив, пестицидів та технічних засобів; підвищувати агротехнічну ефективність використання агроресурсів; локалізувати процеси зрошення, удобрення, захисту рослин; підвищити економічну ефективність ведення землеробства на зрошуваних землях; мінімізувати несприятливі екологічні наслідки. У посушливі роки слід коригувати зрошувальну норму з врахуванням істотного зростання евапотранспірації та залежно від водопотреби гібридів і сортів різних груп стиглості. Застосування диференційованого режиму зрошення кукурудзи на зерно дозволило знизити витрати води на 1 т зерна з 44,5 до 31,6 м³/га, економія поливної води склала 32,3, паливно-мастильних матеріалів – 49,9, трудових затрат – 50,3% на кожному гектарі посіву. Високоефективним

виявляється водозберігаючий режим зрошення при вирощуванні люцерни на сіно. Його застосування дозволяє економити 1920-4070 м³/га води, 215 кг/га дизпалива, 22,6 люд.-год./га або відповідно 33,4-70,9; 86,3 та 87,0%.

6. Енергетичним аналізом доведено, що вихід валової енергії при вирощуванні на зрошуваних землях таких культур, як люцерна, кукурудза та буряк цукровий перевищував 150 ГДж/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності виявився максимальним (4,29) у люцерни на зелений корм, а мінімальні його значення, на рівні 1,16 – зафіксовані у зернової кукурудзи, яку вирощували без зрошення. Різниця цього показника між поливними і незрошуваними умовами сягала найвищого рівня у таких культур як: кукурудза на зерно (59,6%), пшениця озима (41,2%), люцерна другого року використання на зелений корм (35,3%). Енергоємність вирощеної продукції на неполивних землях у відсотковому співвідношенні найбільшою мірою перевищує зрошені ділянки у таких культур, як: кукурудза на зерно – 59,6%; люцерна 2-го року використання на зелений корм – 53,4; помідори – 51,5%.

7. За результатами виробничої перевірки розроблених заходів підвищення продуктивності зрошення встановлено, що за вирощування кукурудзи на зерно максимальну врожайність зерна, на рівні 14,5 т/га, забезпечує використання гібриду НК Пако, проведення зрошення краплинним способом з максимальним рівнем хімічного захисту від збудників хвороб. Розроблена технологія вирощування кукурудзи забезпечує отримання умовного чистого прибутку 36,3 тис грн/га та рентабельності на рівні 157%.

8. Оптимальною нормою мінеральних добрив для озимої пшениці в умовах зрошення є N₁₂₀P₉₀. Внесення цієї норми в середньому за три роки досліджень забезпечило врожайність зерна озимої пшениці на рівні 5,78 т/га. При цьому вміст білка в зерні підвищився до 14,3%, а умовний збір білка – до 0,711 т/га. Економічним аналізом доведено, що розроблена технологія вирощування пшениці озимої на зрошуваних землях забезпечує одержання умовного чистого прибутку на рівні 10,8 тис. грн/га і рентабельність 70,9%.

9. При вирощуванні картоплі весняного строку садіння мінімальна

врожайність отримана на ділянках без зрошення – на рівні 8,57 т/га, а найбільшою вона виявилася у варіанті з краплинним зрошенням – 26,73 т/га. Слід відзначити, що при застосуванні цього способу штучного зволоження окупність поливної води була у 4-7 разів вищою за інші способи поливу. Чистий прибуток і рівень рентабельності, серед варіантів різних способів поливу картоплі, зростали відповідно до збільшення врожайності та співвідношення вартості валової продукції та виробничих витрат. Найкращим за економічними показниками – чистий прибуток 15112 грн/га та рівень рентабельності 60,5% – виявився варіант з поливами краплинним способом.

10. Згідно аналізу одержаних експериментальних даних встановлено, що найвищий коефіцієнт продуктивності зрошення при вирощуванні сільськогосподарських культур на поливних землях півдня України був у кукурудзи на зерно 4,6, а у люцерни другого року використання становив 4,37. Проведена порівняльна характеристика одержаних коефіцієнтів обумовлює необхідність врахування параметрів продуктивності зрошення для кожної сільськогосподарської культури при плануванні сівозмін та підвищення ефективності використання штучного зволоження в умовах Південного Степу України.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено результати експериментальних досліджень з агроекологічного обґрунтування заходів підвищення продуктивності зрошуваних агроecosистем в умовах півдня України. Вирішена наукова проблема підвищення рівня врожаю та показників якості різних за біологічними особливостями сільськогосподарських культур на поливних землях з урахуванням впливу природних і агротехнологічних факторів, моделювання технологій вирощування, нормування ресурсів, що дозволило зробити наступні висновки:

1. За результатами комплексної агроекологічної оцінки встановлено, що глобальні зміни клімату істотно впливають на продуктивність зрошуваних агроecosистем, знижують ефективність використання агроресурсів, призводять до погіршення економічних показників, викликають негативні зміни еколого-меліоративного стану поливних земель. Доведено, що за допомогою врахування особливостей погодних умов на рівні конкретного господарства, сівозміни та поля можна дослідити просторову мінливість вологозапасів ґрунту, встановити оптимальні поливні та зрошувальні норми, науково обґрунтувати елементи технології вирощування сільськогосподарських культур зрошуваних агроecosистем. Використання агрометеорологічної інформації для моделювання та оперативного коригування складових елементів ресурсо- та енергозберігаючих зрошуваних агроecosистем з опрацюванням сучасними комп'ютерними програмами забезпечує підвищення врожайності на 20-25%, економію поливної води на 15-30%, сприяє максимізації прибутків та покращує меліоративний стан ґрунтів.

2. Встановлено, що при розробці структури посівних площ необхідно враховувати ґрунтово-кліматичні умови, спеціалізацію господарства, планові обсяги виробництва продукції, рівень агротехніки та економічну ефективність вирощування кожної культури. Науково обґрунтовано, що оптимальним є насичення короткоротаційних сівозмін зерновими культурами від 33,4 до

75,0%, а технічними, насамперед соєю, від 25 до 66,6%, що відповідає специфіці окремо взятих зрошувальних систем та гарантує бездефіцитне постачання води на зрошувані масиви протягом поливного сезону. Науково обгрунтовано, що структуру посівних площ необхідно узгоджувати з водозабезпеченістю системи. За наявності зрошувальних систем з гідромодулем 0,3 л/с/га поливні землі можна насичувати вологолюбними культурами, питома вага яких може дорівнювати 40-45%; з гідромодулем 0,4 л/с/га – 60-70% і з 0,5 л/с/га – 75-80%. Використання створеного програмно-інформаційного комплексу «Гідромодуль» дозволяє змоделювати режими зрошення для кожної культури сівозмін з урахуванням потужності технічних параметрів зрошувальних систем, дощувальних агрегатів та інших ланок виробничих систем, дозволяє користувачам сформувати неукмплектований та укомплектований графіки штучного зволоження, скоординувати роботу окремих машин та персоналу з їх обслуговування, попередити непродуктивні витрати поливної води або зниження продуктивності рослин внаслідок недополиву.

3. Узагальненням експериментальних даних визначено, що в умовах зрошення півдня України за відсутності нормування системи удобрення створюється від'ємний баланс гумусу. Розроблені заходи покращення та підвищення родючості ґрунтів дозволили науково обгрунтувати комплекс агроеліоративних заходів з впровадження оптимізованої структури посівних площ з дотриманням чергування культур у сівозмінах, що забезпечує істотне підвищення врожайності вирощуваних культур, захист ґрунтів від ерозії, зменшує забур'яненість полів, сприяє покращенню фітосанітарного та еколого-еліоративного стану агроекосистем.

4. Визначено, що тривале застосування мінеральних і органічних добрив в умовах зрошення, істотно не впливаючи на валовий вміст, спричиняє тенденцію підвищення концентрацій рухомих форм окремих мікроелементів та суттєво не покращує забезпеченість ними рослин. Визначено ступені математичних зв'язків між фоном живлення та вмістом мікроелементів у ґрунті, а також досліджено вплив на їх рухомість ґрунтотворних процесів.

Прогноз змін вмісту мікроелементів дозволив встановити тісний кореляційно-регресійний зв'язок між інтервальним співвідношенням азоту до фосфору та вмістом цинку й міді. Проведене моделювання свідчить про можливу небезпеку забруднення зрошуваних земель важкими металами та підтверджує необхідність оперативного реагування на дефіцит макро- та мікроелементів з метою балансової оптимізації режиму живлення рослин у зрошуваних агроекосистемах.

5. Встановлено, що на продуктивність рослин найбільшою мірою впливають: норма зрошення, сумарне водоспоживання та середньодобове випаровування. При моделюванні ресурсозберігаючої технології вирощування сої визначено істотну різницю між досліджуваними сортами при максимальних змодельованих значеннях сумарного водоспоживання ($4500 \text{ м}^3/\text{га}$), за якого прогнозований рівень урожайності насіння знаходиться в межах 2,53-3,47 т/га. Визначено, що змодельований оптимальний рівень продуктивності пшениці озимої може бути досягнутий за величини зрошувальної норми в межах 1900-2300 $\text{м}^3/\text{га}$ та внесення азотних добрив у дозах від 120 до 160 кг д.р на 1 га. За такого поєднання досліджуваних факторів досліджувана культура здатна сформувати врожайність на рівні 7,5-9,0 т/га і більше. За розробленими математичними моделями енергозберігаючих елементів технологій вирощування можна проводити програмувати рівні врожайності сільськогосподарських культур, нормувати ресурси, оптимізувати режими зрошення тощо.

6. Виробничою перевіркою розроблених математичних моделей підтверджена їх достовірність та обґрунтована можливість формування динамічних моделей продуктивності досліджуваних сільськогосподарських культур (пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої, помідорів та ін.). Визначено, що проведення моделювання дозволяє ефективно контролювати витрати вологи на рівні кожного поля та сівозміни, нормувати агресурси, зменшувати їх витрати на одиницю приросту врожайності. За результатами моделювання продуктивності помідорів були отримані основні показники нейронної мережі. Найбільша навчальна (0,2822) та контрольна (0,3555) продуктивність визначені

у варіанті з сумою ефективних температур повітря понад 10°C. На другому місці знаходився варіант з дозами азотних і фосфорних добрив у якому ці показники зменшились до 0,2734 та 0,3404, або на 3,1 і 4,2%, відповідно.

7. Встановлено ефективність застосування методів кластерного аналізу, що впроваджені в сучасному програмно-інформаційному комплексі Statistica 6.1, на прикладі кластеризації показників катіонно-аніонного складу інгулецької та дніпровської води за період з 1973 по 2015 рік. Визначено, що поливна вода Інгулецької зрошувальної системи має концентрацію токсичних іонів у еквівалентах хлору в межах 25-42 мг-екв/дм³, відношення натрію до суми лужних катіонів становило 41-47%. За результатами розрахунків сформовано ієрархічне дерево кластеризації, яке дозволило за показниками іонно-сольового складу розподілити їх на 4 природні кластерами (1 кластер – мінералізація, Ca²⁺; 2 кластер – Na⁺, Mg²⁺, SO₄; 3 кластер – Cl; 4 кластер – HCO₃⁻, CO₄²⁻). Розроблені моделі доцільно використовувати для своєчасного прийняття управлінських рішень, що включають питання режиму зрошення, поливних та зрошувальних норм, іригаційної якості поливної води, відстеження динаміки рівня катіонно-аніонного складу води і її мінералізації, динаміки й ступеня вторинного засолення та осолонцювання ґрунтів, застосування доз і видів меліорантів.

8. Інноваційні напрями розвитку зрошуваного землеробства належать до основних пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в Україні, а саме: інтенсивні технології, ресурсо- та енергозберігаючі технології в агропромисловому комплексі, новітні біотехнології, збереження навколишнього середовища, сталий розвиток сільського господарства, підвищення економічної ефективності та екологічної безпеки агросфери. За результатами досліджень створена База даних користувачів інновацій у галузі меліорації в південному регіоні України, а також Базы даних «Інновації» та «Господарства України», спрямовані на допомогу користувачам інноваційних технологій у отриманні сучасної інформації для пошуку необхідних ресурсів і матеріалів, а також отримання іншої корисної інформації.

9. Економічний аналіз ефективності використання зрошуваних земель

свідчить про те, що штучне зволоження забезпечує прибутковість при вирощуванні всіх досліджуваних культур. Так, максимальний умовний чистий прибуток на зрошуваних землях забезпечує вирощування люцерни на зелений корм з показником 26,9 тис. грн, кукурудзи на зерно – 24,4 тис. грн, та пшениці озимої 13,8 тис. грн. Мінімальний рівень прибутковості забезпечує вирощування кукурудзи на силос – 5,2 тис. грн. Енергетичною оцінкою функціонування зрошуваних агроєкосистем визначено, що вихід валової енергії при вирощуванні на зрошуваних землях таких культур, як люцерна, кукурудза та буряк цукровий перевищував 150 ГДж/га. Приріст енергії між зрошуваними і незрошуваними умовами характеризувався максимальними відмінностями при вирощуванні сої, пшениці озимої та кукурудзи. Коефіцієнт енергетичної ефективності виявився максимальним (4,29) у люцерни на зелений корм.

10. Згідно опрацювання одержаних експериментальних даних встановлено, що найвищий коефіцієнт продуктивності зрошення при вирощуванні сільськогосподарських культур на поливних землях півдня України досягнув у кукурудзи на зерно 4,6, а у люцерни другого року використання – 4,37. З метою підвищення продуктивності зрошуваних агроєкосистем розроблено та економічно обґрунтовано ресурсозберігаючі технологічні заходи, зокрема, з раціонального використання поливної води, добрив, пестицидів та технічних засобів; підвищення ефективності використання агроресурсів; локалізація процесів зрошення, удобрення, захисту рослин; підвищення економічної ефективності ведення землеробства на зрошуваних землях; мінімізація несприятливих екологічних наслідків. Обґрунтовано, що з економічної точки зору у посушливі роки слід коригувати зрошувальну норму з урахуванням істотного зростання евапотранспірації та залежно від водопотреби сільськогосподарських культур.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

З метою підвищення продуктивності зрошуваних земель, покращення економічних та енергетичних показників агроecosystem на виробничому рівні необхідно застосовувати наступні заходи:

– впроваджувати сівозміни з коефіцієнтом використання зрошуваної ріллі 1,25-1,75, включати до складу сівозмін багаторічні бобові трави і травосумішки, застосовувати органо-мінеральні системи удобрення з заорюванням на добриво післяжнивних решток, що забезпечує підвищення вмісту в ґрунті органічної речовини, покращує його водний і поживний режими та створює сприятливі умови для росту й розвитку сільськогосподарських культур;

– проводити моделювання водного режиму ґрунту з використанням сучасних інформаційних засобів з метою встановлення показників евапотранспірації та формування водозберігаючих режимів зрошення, які відповідають біологічним особливостям сільськогосподарських культур, забезпечують більш повне використання поливної води впродовж вегетаційного періоду з коефіцієнтом продуктивності зрошення на рівні 4,3-4,6.

– використовувати спеціальні комп'ютерні програми, зокрема ПК «Іригація», ПК «Гідромодуль», а також світові розробки, адаптовані до локальних природно-господарських умов Південного Степу – програми FAO ООН – CROPWAT, AquaCrop, ET_o Calculator тощо, які спрощують встановлення оптимальних параметрів елементів водного режиму ґрунту та водоспоживання сільськогосподарських культур на конкретних полях зрошуваних сівозмін з урахуванням поточних метеорологічних умов. В результаті забезпечується економія поливної, зростає прибутковість виробництва та сталий розвиток зрошуваних агроecosystem в умовах змін клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аграрний сектор економіки України (стан і перспективи розвитку) / М. В. Присяжнюк, М. В. Зубець, П. Т. Саблук [та ін.]; за ред. М. В. Присяжнюка, М. В. Зубця, П. Т. Саблука, В. Я. Месель–Веселяка, М. М. Федорова. – К. : ННЦ ІАЕ, 2011. – 1008 с.
2. Аграрный ресурсный потенциал УССР. – К. : Наукова думка, 1988. – 312 с.
3. Агроекологічна стандартизація та нормування витрат ресурсів у зрошуваному землеробстві : монографія / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва, С. В. Коковіхін та ін. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 220 с.
4. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів : Монографія / В. П. Патики, Н. А. Макаренко, Л. І. Моклячук та ін. ; за ред. В. П. Патики. – К. : Основа, 2005. – 300 с.
5. Агроклиматический справочник по Херсонской области. – Л., Гидрометеиздат, 1959. – 76 с.
6. Азбантаева М. Н. Использование ресурсосберегающих технологии на орошении в Западно–Казахстанской области / М. Н. Азбантаева, М. К. Онаев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – №7. – С. 49–52.
7. Айдаров И. П. Мелиоративные режимы орошаемых черноземов / И. П. Айдаров, А. И. Корольков // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 1. – С. 14–19.
8. Айдаров И. П. Перспективы развития комплексных мелиораций в России / И. П. Айдаров, А. И. Корольков. – М., 2003. – 105 с.
9. Акбаров О. Р. К проблеме развития адаптивно–ландшафтной системы орошаемого земледелия и повышения его продуктивности / О. Р. Акбаров // Новое в водном хозяйстве. – 2006. – Вып. 4. – С. 30–35.
10. Александров В. Т. Зерновий та хлібопродуктів товарообіг в Україні: Енциклопедичний довідник / В. Т. Александров, М. В. Гладій, Е. М. Лавров, І. М. Рішняк. – К. : Артєк, 2000. – 544 с.
11. Алимов О. М. Економічний розвиток України: інституціональне та

ресурсне забезпечення: монографія / О. М. Алимов, А. І. Даниленко, В. М. Трегобчук. – К. : Об'єднаний інститут економіки НАН України, 2005.– 540 с.

12. Алов А. С. Факторы эффективности удобрений / А. С. Алов // Часть II Агрофизико–химические факторы. – М., 1967. – 142 с.

13. Андреев С. И. Как стабилизировать плодородие почв / С. И. Андреев, С. А. Еремин // Агро XXI. – 2001. – №1. – 22 с.

14. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств / В. Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.

15. Антипова Т. Н. Управление плодородием почв как основа реализации концепции устойчивого земледелия / Т. Н. Антипова // Материалы V Всерос. съезда об-ва почвоведов им. В.В. Докучаева, Ростов–на–Дону, 18–23 августа 2008 г. – Ростов–на–Дону : Ростиздат, 2008. – 153 с.

16. Антипов–Каратаев И. Н. Влияние длительного орошения на процессы почвообразования и плодородие почв степной полосы Европейской части СССР (черноземы и каштановые почвы) / И. Н. Антипов–Каратаев, В. Н. Филиппова. – М. : Изд–во АН СССР, 1955. – 205 с.

17. Антоненко В. С. Метеорологический мониторинг посевов сельскохозяйственных культур в Украине с применением аэрокосмических методов / В. С. Антоненко. – К. : АртЭК, 2002. – 308 с.

18. Архив погоды в Херсоне за период с 1 января 2005 года по 31 декабря 2016 года [Электронный ресурс]. Режим доступа. – https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Херсон.

19. Атлас почв Украинской ССР / Н. К. Крупский, Н. И. Полупан. – К. : Урожай, 1979. – 160 с.

20. Ахмедов А. Д. Агроэкологические основы энергосберегающей технологии полива сельскохозяйственных культур / А. Д. Ахмедов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды 4–ой международной научн.–практ. конф. – М., 2004. – С. 157–162.

21. Бабенко І. О. Продуктивність сівозмін в зоні Степу України / І. О. Бабенко, В. Г. Таран, В. Б. Фалілеєв // Степове землеробство. – 1982. – Вип. 16. – С. 3–6.

22. Бабич А. О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси / А. О. Бабич. – К. : Аграрна наука, 1996. – 133 с.

23. Багров М. Н. Сохранение и восстановление плодородия почв при строительной планировке орошаемых полей / М. Н. Багров, В. М. Иванов, Л. В. Иванова. – М. : Колос, 1981. – 143 с.

24. Баер Р. А. Технические указания по оценке гидрогеолого–мелиоративного состояния орошаемых земель юга Украины / Р. А. Баер, Б. В. Лютаев. – Одесса, 1975. – 16 с.

25. База даних об'єктів права інтелектуальної власності, створених в Інституті зрошувального землеробства НААН для трансферу їх агропромислового виробництва / Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., Біляєва І. М. та ін. – Херсон : Айлант, 2014. – 33 с.

26. Базалій В. В. Вплив різних видів поливів на продуктивність пшениці озимої в умовах півдня України / В. В. Базалій, С. В. Коковіхін, П. В. Писаренко // Таврійський науковий вісник. – 2009. – Вип. 67. – С. 93–102.

27. Балабанова Л. В. SWOT–аналіз – основа формування маркетингових стратегій: Навчальний посібник / За ред. Л. В. Балабанової. – 2–ге вид., випр. і доп. (Вища освіта ХХІ ст.) – К. : Знання, 2005. – 301 с.

28. Балацкий О. Ф. Экономика и качество окружающей природной среды / О. Ф. Балацкий, Л. Г. Мельник, А. Ф. Яковлев. – Ленинград: ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ, 1984. – 189 с.

29. Балюк С. А. Концепція екологічного ризику деградації ґрунтового покриву України / С. А. Балюк, Г. А. Верніченко // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 6. – С. 5–11.

30. Балюк С. А. Використання солонцевих ґрунтів України / С. А. Балюк, Г. В. Новікова, Н. Ю. Гаврилович // Вісник аграрної науки. – 2001. – №10. – С. 12–15.

31. Балюк С. А. Внесення мінеральних добрив і меліорантів з водою при дощуванні / С. А. Балюк // Довідник працівника агрохімслужби / за ред. Б. С. Носкова. – К. : Урожай, 1991. – С. 100–104.

32. Балюк С. А. Концепція адаптивного управління родючістю зрошувальних земель / С. А. Балюк // Зб наук. праць «Генеза, географія та

екологія ґрунтів». – Львів, 2003. – С. 17–21.

33. Балюк С. А. Наукові засади сталого розвитку зрошення земель в Україні / С. А. Балюк, М. І. Ромащенко // Агрохімія і ґрунтознавство. Спеціальний випуск до VII з'їзду УТГА. – Харків, 2006. – К. 1. – С. 10–17.

34. Балюк С. А. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду / С. А. Балюк, М. І. Ромащенко // Вісник ХДАУ. – 2000. – №1. – С. 27–35.

35. Балюк С. А. Удобрения с поливной водой / С. А. Балюк, А. В. Дружченко // Земледелие. – 1988. – 11. – С. 50–52.

36. Балюк С. А. Экологические аспекты орошения украинских черноземов / С. А. Балюк, П. И. Кукоба // Мелиорация и водное х-во. – 1990 – №8. – С. 14–17.

37. Башкатов Б. И. Социально–экономическая статистика: практикум / Под ред. Б. И. Башкатова. – М. : ЮНИТИ–ДЛКА, 2008. – 703 с.

38. Беляевский И. К. Социальная статистика: учебник / под ред. И.К. Беляевского. – М. : Финансы и статистика, 2009. – 432 с.

39. Бендиков М. А. Интеллектуальный капитал развивающейся фирмы: проблемы идентификации и измерения / М. А. Бендиков, Е. В. Джамалай // Менеджмент в России и за рубежом. – 2001. – №4. – С. 3–24.

40. Біляєва І. М. Перспективи використання інформаційних засобів для оптимізації режимів зрошення на рівні господарства, сівозміни та поля / І. М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – Вип. 93. – С. 18–23.

41. Біляєва І. М. Наукове обґрунтування та практичне використання агрометеорологічних методів прогнозування врожайності польових культур в умовах зрошення / І. М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – Вип. 94 – С. 8–15.

42. Біляєва І. М. Науково–методологічне обґрунтування моделей продуктивності зрошення для умов півдня України / І. М. Біляєва // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 75–78.

43. Біляєва І. М. Науково–методологічні підходи моделювання динаміки

вмісту гумусу та органічних речовин в зрошуваних ґрунтах Південного Степу України / І. М. Біляєва // *Sophus Scientific Club*. – 2016. – Вип. 10. – С. 71–80. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – http://sophus.at.ua/publ/2016_10_kampodilsk/naukovo_metodologichni_pidkhodi_modeljuvannja_dinamiki_vmistu_gumusu_ta_organichnikh_rechovin_v_zroshuvanikh_runtakh_pivdenного_stepu_ukrajini.

44. Біляєва І. М. Індексний аналіз теплоенергетичних чинників та продуктивності зрошення за різних схем технологічного процесу / І. М. Біляєва // *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах : Міжнар. конф., тези доп. : Присвячена 110 річчю від дня народження декана агрономічного факультету Ліпеса Веніаміна Ельевича (10–11 червня 2016 р.)*. – Херсон : РВЦ «Колос», 2016. – С. 77–78.

45. Біляєва І. М. Моделювання показників рухомих форм мікроелементів в темно-каштанових ґрунтах Південного Степу України за тривалого зрошення / І. М. Біляєва // *Збірник тез Міжнародної наукової Інтернет-конференції «Олійні культури. Тенденції та перспективи» (1 листопада 2016 р.)*. – Запоріжжя : ІОК НААН, 2016. – С. 77–79.

46. Біляєва І. М. Наукове обґрунтування систем удобрення зрошуваних агрофітоценозів з моделюванням вмісту органічних та неорганічних сполук / І. М. Біляєва // *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату», присвяченої Всесвітньому дню води (21 березня 2017 р.)*. – К. : ЦП «КОМПРИНТ», 2017. – С. 156–157.

47. Благодатний В. І. Про ресурсозбереження на зрошуваних землях Криму / В. І. Благодатний, В. В. Миронов // *Економіка АПК*. – 2000. – № 2. – С. 2–6.

48. Бойко М. Ф. Екологія Херсонщини / М. Ф. Бойко. – Херсон : Айлант, 2001. – С. 35–51.

49. Бойко П. І. Вплив насичення сівозмін зерновими культурами на їх продуктивність та фітосанітарний стан / П. І. Бойко [та ін.] // *Зб. наук. пр. Інституту землеробства*. – К., 2004. – Вип. 2/3. – С. 49–59.

50. Бойчук Ю. Д. Екологія і охорона навколишнього середовища / Ю. Д. Бойчук, Е. М. Солошенко, О. В. Бугай. – Суми : Університетська книга, 2002. – С. 27–34.

51. Бондарева В. Ю. Основные способы мелиорации солонцовых почв / В. Ю. Бондарева. – М. : ВНИИТЭИСХ, 1983. – 53 с.

52. Бородычев В. В. К вопросу создания эффективных агротехнологий выращивания перспективных сельскохозяйственных культур / В. В. Бородычев, В. М. Гуренко, А. С. Овчинников // Экологическое состояние природной среды и научно–практические аспекты современных мелиоративных технологий. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – Вып. 6. – С. 27–32.

53. Бородычев В. В. Состояние и перспективы капельного орошения на юге Российской Федерации / В. В. Бородычев // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы: Международный сборник научных трудов. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧАА, 2012. – С. 103–113.

54. Борщевський П. П. Підвищення ефективності використання, відтворення і охорони земельних ресурсів регіону // П. П. Борщевський, М. О. Чернюк, В. М. Заремба; НАН України / Рада по вивч. продукт. сил України. – К. : Аграр. наука, 1998. – 237 с.

55. Брумн А. З. Точность прогноза – залог успеха! / А. З. Брумн // Картофельная система. – 2001. – №1. – С. 205–207.

56. Бубенко П. Т. Наука та інноваційний процес в Україні / П. Т. Бубенко, Т. М. Прядкін // Проблеми науки. – 2003. – №4. – С. 8–12.

57. Буданов М. Ф. Система и состав контроля за качеством природных и сточных вод при использовании их для орошения / М. Ф. Буданов. – К., 1970. – 250 с.

58. Булгаков Д. С. Агроэкологическая оценка пахотных земель / Д. С. Булгаков. – М. : Почвенный ин–т им. В.В. Докучаева, 2002. – 252 с.

59. Булетова Н. Е. Статистика / Н. Е. Булетова // Теория статистика: Учебно–методическое пособие. – Волгоград : Изд–во ВАГС, 2009. – Часть 1. – 76 с.

60. Булигін С. Ю. Оцінка географічного середовища та оптимізація

землекористування / С. Ю. Булигін, Ю. В. Думін, М. В. Куценко // Українська академія аграрних наук. – Харків, 2002. – 168 с.

61. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции растений / Н. И. Вавилов. – М. : Наука, 1987. – 512 с.

62. Вайнтрауб М. А. Основы технического творчества / М. А. Вайнтрауб. – К., 1997. – 343 с.

63. Вальков В. Ф. Очерки о плодородии почв / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов–на–Дону : Изд–во СКНЦ ВШ, 2001. – 238 с.

64. Вальков В. Ф. Плодородие почв и его оценка / В. Ф. Вальков // Охрана почв. – Ростов–на–Дону : Изд–во Рост. ун–та, 1983. – С. 17–45.

65. Васильев С. В. Цикличность климатических факторов в оценке динамики урожайности зерновых культур на орошаемых землях / С. В. Васильев, А. В. Акопян // Научный журнал КубГАУ. – 2011. – №65(01). – С. 21–23.

66. Васько В. В. Теоретические основы растениеводства: Учебник / В. Т. Васько. – С.–Пб. : Профи–информ, 2011. – 200 с.

67. Вахонин Н.К. Концептуальные основы моделирования урожайности в системе принятия решений по регулированию водного режима // Мелиорация. – 2014. – №2(72).– С. 7–15

68. Величко В. Природний потенціал земельних ресурсів Степу / В. А. Величко // Вісн. Львів. ДАУ: Агрономія. – 2005. – №9. – С. 382–388.

69. Величко Ю. П. Рациональное использование и охрана водных ресурсов / Ю. П. Величко, М. М. Швецов. – М. : Россельхозиздат, 1980. – 220 с.

70. Веригин Н. Н. Методы прогноза солевого режима грунтов и грунтовых вод / Н. Н. Веригин, С. В. Васильев, В. С. Саркисян. – М., 1979. – 336 с.

71. Вишневський В. І. Річки і водойми України. Стан і використання / В. І. Вишневський. – К. : Віпол, 2000. – 276 с.

72. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві: монографія / за ред. М. К. Шикולי. – К. : Оранта, 1998. – 680 с.

73. Власова О. В. Отримання просторового розподілення даних для планування зрошення / О.В. Власова // Таврійський науковий вісник. –

2005. – Вип. 41. – С. 137–143.

74. ВНД 33–5.5–11–02 Інструкція з проведення ґрунтово–сольової зйомки на зрошуваних землях України. – К., 2002. – 39 с.

75. Водне господарство в Україні / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.

76. Вожегова Р. А. Зрошення в Україні: реалії сьогодення та перспективи відродження / Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, Л. М. Грановська // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон : Грінь Д.С., 2013. – № 60. – С. 3–12.

77. Вожегова Р. А. Агрометеорологическое обоснование режимов орошения сельскохозяйственных культур / Р. А. Вожегова, И. Н. Беляева, С. В. Коковихин // Научно–практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, 2017. – Вып. 1(65). – С. 187–191.

78. Вожегова Р. А. Актуальні проблеми та перспективні напрями розвитку зрошення в Україні та світі в умовах змін клімату / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон : Грінь Д.С., 2016. – Вип. 95 – С. 40–46.

79. Вожегова Р. А. Адаптування систем зрошуваного землеробства до локальних та регіональних умов Південного Степу України та глобальних змін клімату / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон : Грінь Д.С., 2017. – Вип. 97 – С. 32–37.

80. Вожегова Р. А. Еколого–меліоративні аспекти підвищення родючості та продуктивності зрошуваних ґрунтів в умовах Південного Степу України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва, С. В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон : Грінь Д.С., 2017. – Вип. 97. – С. 22–30.

81. Вожегова Р. А. Інноваційні напрями розвитку зрошуваних меліорацій в умовах Південного Степу України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва, С. В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 96. – С. 31–40.

82. Вожегова Р. А. Інноваційні напрями розвитку зрошуваного землеробства в умовах півдня України / Р. А. Вожегова, С. В. Коковіхін,

О. О. Пілярська // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. – Херсон : Айлант, 2013. – Вип. 60. – С. 14–16.

83. Вожегова Р. А. Інструкція по оперативному розрахунку поливних режимів та прогноз поливів сільськогосподарських культур за дефіцитом вологозапасів (науково–методичні рекомендації) / Р. А. Вожегова, Ю. А. Лавриненко, С. В. Коковіхін. – Херсон : ВЦ ІЗЗ, 2012. – 54 с.

84. Вожегова Р. А. Моделювання впливу сонячної радіації на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва, С. В. Коковіхін // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. – Херсон : Грінь Д.С., 2016. – Вип. 66. – С. 14–18.

85. Вожегова Р. А. Моделювання та агроеліоративне обґрунтування сівозмін на неполивних і зрошуваних землях Південного Степу України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва, С. В. Коковіхін // Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. – Запоріжжя : ІОК НААН, 2016. – Вип. 23. – С. 110–120.

86. Вожегова Р. А. Наукове обґрунтування заходів оптимізації використання поливної води з врахуванням структури посівних площ в умовах півдня України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва // Агроекологічний журнал. – К. : Дія, 2016. – № 3. – С. 21–25.

87. Вожегова Р. А. Наукове обґрунтування напрямів впровадження інноваційних технологій у зрошуване землеробство півдня України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. – Херсон : Грінь Д.С., 2016. – Вип. 65. – С. 29–32.

88. Вожегова Р. А. Наукове обґрунтування напрямів впровадження інноваційних технологій у зрошуване землеробство півдня України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – Вип. 65. – С. 29–32.

89. Вожегова Р. А. Наукове обґрунтування режимів зрошення з врахуванням біологічних потреб рослин та технологічних параметрів

зрошувальних систем / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, С. В. Коковіхін, І. М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. – Херсон : Грінь Д.С., 2014. – Вип. 62. – С. 36–39.

90. Вожегова Р. А. Науково–практичні аспекти оптимізації штучного зволоження в умовах півдня України / Р. А. Вожегова, С. В. Коковіхін, П. В. Писаренко, І. М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. – Херсон : Грінь Д.С., 2014. – Вип. 61. – С. 3–5.

91. Вожегова Р. А. Перспективи використання інформаційних систем для агрометеорологічного забезпечення зрошуваного землеробства в умовах півдня України / Р. А. Вожегова, С. В. Коковіхін, І. М. Біляєва // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 5–8.

92. Володин В. М. О расширенном воспроизводстве почвенного плодородия / В. М. Володин // Вестн. с.-х. науки. – 1989. – № 6. – С. 33–40.

93. Володін С. А. Концепція інноваційного провайдингу на наукоємному ринку АПК / С. А. Володін. – К. : ІПП, 2005. – 70 с.

94. Володін С. А. Наукові основи інноваційного провайдингу на прикладі наукоємної сфери АПК / С. А. Володін. – К. : Дія, 2006. – 96 с.

95. Володін С. А. Творчість, креативність та інтуїція в інноваційних процесах / С. А. Володін, В. М. Костев. – К., 2005. – С. 45–51.

96. Волощук В. М. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально–економічні аспекти / В. М. Волощук. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2002. – 117 с.

97. Гамаюнов В. Е. Методические рекомендации. Природные условия и почвенный покров Херсонской области / Гамаюнов В. Е., Кухтеева К. М., Сидоренко А. И. – Херсон, 1995. – 45 с.

98. Гамаюнова В. В. Зміни родючості тривало зрошуваного темно–каштанового ґрунту та ефективність добрив в умовах півдня України / В. В. Гамаюнова, О. В. Сидякіна // Современные достижения в науке и образовании. – Сборник трудов V Международной научной конференции (27 сентября – 4 октября 2011 г., г. Нетания, Израиль). – Нетания, 2011. –

Том 1. – С. 143–145.

99. Гамаюнова В. В. Разработка и усовершенствование системы удобрений основных культур на орошаемых землях Юга Украины: Дис. д-ра с.-х. наук: спец. 06.01.04 / Гамаюнова Валентина Васильевна. – Херсон, 1994. – 368 с.

100. Гамаюнова В. В. Удобрення під урожай – 2012 / В.В. Гамаюнова // The Ukrainian Farmer – К. : Жовтень, 2011. – С. 40–42.

101. Генералов В. И. Технология орошения комплексных почв при поливе машинами кругового действия / В. И. Генералов // Проблемы водосберегающего орошения и мелиорация почв. – Волгоград : ВНИИОЗ, 1994. – С. 43–52.

102. Геоінформаційні системи для управління зрошуваними землями. Навчальний посібник / [В.О. Ушкаренко, В.В. Морозов, В.В. Колесніков, В.І. Ляшевський, О.П. Тищенко]. – Херсон : ЛТ–Офіс, 2010. – 378 с.

103. Георгиевский В. Б. Унифицированные алгоритмы для определения фильтрационных параметров / В. Б. Георгиевский –К., 1971. – 328 с.

104. Геркіял О. М. Агрохімія: Навчальний посібник / О. М. Геркіял, Г. М. Господаренко, Ю. В. Коларьков. – Умань, 2008. – 300 с.

105. Гинзбург А. И. Статистика / А. И. Гинзбург. – С.–Пб. : Питер, 2008. – 128 с.

106. Гойса Н. И. Методические указания для расчета фотосинтетически активной радиации / Н. И. Гойса, Н. А. Перелет. – К. : УкрНИГМИ, 1976.– 26 с.

107. Гордеев А. П. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / А. П. Гордеев, Г. А. Романенко. – М. : ВНИИ агрохимии, 2003. – С. 32–39.

108. Гордійчук А. С. Економіка і організація діяльності водогосподарських підприємств / А. С. Гордійчук, О. А. Стахів. – Рівне: РДТУ, 2000. – 272 с.

109. Горлачук В. В. Управління земельними ресурсами: Навчальний посібник / В. В. Горлачук, В. Г. В'юн, А. Я. Сохнич; За ред. В.Г. В'юна. – Миколаїв : Вид-во МФ НаУКМА, 2002. – 316 с.

110. Городний Н. Г. Влияние длительного систематического внесения

удобрений на накопление гумуса в почве и урожай сельскохозяйственных культур / Н. Г. Городний // Почвоведение. – 1961. – №2. – С. 86–93.

111. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив: монографія / Г. М. Господаренко – К. : Неглава, 2002. – 342 с.

112. ГОСТ 27593–88. Почвы. Термины и определения. Введено 1988–01–07. – М. : Изд–во стандартов [переиздан], 2008. – 11 с.

113. Григоров М. С. Водосберегающие технологии выращивания с.–г. культур. – Волгоград : ВГСХА, 2001. – 169 с.

114. Григоров М. С. Высокоэффективное внутрипочвенное орошение / М. С. Григоров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2010. – № 1(17). – С. 3–5.

115. Григоров М. С. Режимы орошения основных культур в Волгоградской области / М. С. Григоров, С. М. Григоров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – №1(29). – С. 50–55.

116. Гринченко А. М. Влияние сельскохозяйственного использования на изменение физико–химических свойств чернозема западной степи Украины / А. М. Гринченко, Г. Я. Чесняк, В. Т. Мамонтов // Харьковський с.–х. ін–та ім. В.В. Докучаєва, 1972. – т. 170. – С. 39–44.

117. Гринченко Т. А. Комплексная оценка эволюции плодородия почв по степени их окультуренности при длительном воздействии мелиорации и удобрений / Т. А. Гринченко, А. А. Егоришин // Агрохимия. – 1984. – № 11. – 258 с.

118. Гринь Г. С. Галогенез лесовых почвогрунтов Украины / Г. С. Гринь. – К. : Урожай, 1969. – 217 с.

119. Гринь Г. С. Полевая диагностика почв: Учеб. пособие / Г. С. Гринь. – Харьков, 1974. – 222 с.

120. Грицай А. Д. Чи є альтернатива інтенсивним технологіям вирощування сільськогосподарських культур / А. Д. Грицай, В. Ф. Камінський, П. В. Романюк // Землеробство. – 1994. – Вип. 69. – С. 23.

121. Грициенко В. Г. Способ оценки агроэкологической устойчивости мелиорируемых агроландшафтов / В. Г. Грициенко // Мелиорация и водное

хозяйство. – 2003. – № 2. – С. 24–26.

122. Грунтознавство / за ред. Д. Г. Тихоненка. – К., 2005. – С. 122–127.

123. Грунтознавство з основами геології : [навч. посіб] / О. Ф. Ігнатенко, М. В. Капштик, Л. Р. Петренко, С. В. Вітвицький. – К. : Оранта, 2005. – 648 с.

124. Грушка И. Г. Некоторые требования к почвенным влагомерам / И. Г. Грушка // Труды УкрНИГМИ. – 1990. – Вып. 238. – С. 109–117.

125. Гудзь В. П. Адаптивні системи землеробства : Підручник / В. П. Гудзь, І. Д. Примак та ін. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 334 с.

126. Гудзь В. П. Землеробство з основами грунтознавства і агрохімії : підручник / В. П. Гудзь, А. П. Лісовал, В. О. Андрієнко, М. Ф. Рибак; за редакцією В. П. Гудзя. – 2-ге видання, перероблене та доповнене. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 408 с.

127. Гулюк Г. Г. Роль орошения в производстве продовольствия: к итогам 18 конгресса МКИД / Г. Г. Гулюк, М. Г. Чуелов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2002. – № 6. – С. 43–45.

128. Гусаров В. М. Статистика. – М. : ЮНИТИ–ДЛКА, 2012. – 463 с.

129. Деревянко Р. Г. Баланс питательных веществ и современная продуктивность орошаемых земель Украинской ССР / Р. Г. Деревянко, Л. С. Медведева // Плодородие мелиорируемых земель УССР и пути его повышения. – К. : ЮО ВАСХНИЛ, 1986. – С. 50–58.

130. Державна цільова програма розвитку українського села на період до 2015 року // Економіка АПК. – 2007. – № 11. – С. 3–50.

131. Державний земельний Кадастр України станом на 1.01.2001 р. – К. : Держкомзем України, 2001. – С. 21–23.

132. Джигирей В. С. Основи екології та охорона навколишнього середовища / В. С. Джигирей, В. М. Сторожук, Р. А. Яцюк. – Львів : Афіша, 2001. – С. 71–74.

133. Димов О. М. Інтелектуальна власність в інноваційному розвитку України / О. М. Димов, І. М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. – Херсон : Грінь Д.С., 2014. – Вип. 61. – С. 151–155

134. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві:

Навчальний посібник / [Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В.]. – Херсон : Айлант, 2008. – 272 с.

135. Діденко Н. О. Аналіз змін умов використання зрошення по районах Херсонської області та їх класифікація / Н. О. Діденко // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2011. – Вип. 77 ч. 2. – 316 с.

136. Діденко Н. О. Вплив зрошення на еколого–меліоративний стан сільськогосподарських земель пілотних територій у Херсонській області / Н. О. Діденко, О. В. Морозов // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон : Грінь Д.С., 2012. – Вип. 81. – С. 136–145.

137. Діденко Н. О. Сучасні проблеми зрошуваного землеробства на Херсонщині / Н. О. Діденко // Матеріали міжнародної науково–практичної конференції «Водні ресурси України та меліорація земель», 22 березня 2013 р. – К., 2013. – С. 106.

138. Дмитренко Л. В. Регіональні зміни прямої сонячної радіації / Л. В. Дмитренко // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 16–21.

139. Дмитриев В. С. Экономика мелиорации земель / В. С. Дмитриев. – М. : Экономика, 1984.–136 с.

140. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении : учебник / Е.А. Дмитриев. – М. : Изд–во МГУ, 1995. – 320 с.

141. Дмитриенко Г. А. Стратегический менеджмент: целевое управление персоналом организаций: учебное пособие / Г. А. Дмитриенко. – К. : МАУЛ, 2008. – 188 с.

142. Добровольский Г. В. Итоги и задачи почвоведения на рубеже 20 и 21 веков / Г. В. Добровольский // Почвоведение. – 2001. – №2. – С. 133–137.

143. Добряк Д. С. Класифікація та екологічнобезпечне використання сільськогосподарських земель : наук. монограф. / Д. С. Добряк, О. П. Канащ, І. О. Розумний. – К. : 2001. – 309 с.

144. Довгий С. А. Новые технологии в телекоммуникации: Планирование сервисных пакетов Интернет–услуг. Методика бизнес–планирования / С. А. Довгий, О. В. Копейка, С. П. Поленок. – К. : Укртелеком, 2001. – 240 с.

145. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / за ред. Б. С. Носка, Б. С. Прістера, М. В. Лободи. – К. : Урожай, 1994. – 336 с.

146. Довідник із захисту рослин / Л. І. Бублик та ін.; за ред. М. П. Лісового. – К. : Урожай, 1999. – 744 с.
147. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев // Сочинения. – М.–Л. : АН СССР, 1951. – т. XII. – С. 107.
148. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь / В. В. Докучаев // Избранные сочинения. – М. : Сельхозгиз, 1949. – Том II. – 79 с.
149. Долин Н. Стандарты и протоколы Интернета / Н. Долин. – М. : Русская Редакция, 1999. – 384 с.
150. Дорогунцов С. І. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології) : монографія / С. І. Дорогунцов, М. А. Хвесик, І. Л. Головинський. – К. : ВПЦ «Київський університет», 2002. – 227 с.
151. Дорогунцов С. І. Соціально–економічні системи продуктивних сил регіонів України / С. І. Дорогунцов, Л. Г. Чернюк, П. П. Борщевський; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України. – К. : Нічлава, 2002. – 691 с.
152. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М. : Колос, 1979. – 416 с.
153. Дрегис Х. Мелиорация засоленных почв / Х. Дрегис, В. А. Ковда // Мелиорация засоленных и солонцовых почв. – М. : Колос, 1967. – С. 124–129.
154. ДСТУ 2730–94. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. – К. : Держстандарт України, 1994. – 14 с.
155. ДСТУ 4114–02 Ґрунти. Визначання рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна.
156. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб.
157. ДСТУ 4288:2004 Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів.
158. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини.
159. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 19 с.
160. ДСТУ ISO 10381–1:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 1. Настанови щодо складання програм відбирання проб.
161. ДСТУ ISO 10381–2:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. Ч. 2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381–2:2002, IDT).

162. ДСТУ ISO 11272 Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу.

163. 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.

164. Дупляк В. Д. Задачи охраны окружающей среды и социальные проблемы при развитии мелиорации на юге Украины / В. Д. Дупляк, Ю. А. Чирва. – К. : Знание, 1989. – 16 с.

165. Евграшкина Г. П. Прогноз солевого режима почв и ґрунтов зоны аэрации Фрунзенского орошаемого массива методами математического моделирования / Г. П. Евграшкина, М. М. Коппель // Мелиорация и водное хозяйство. – 1978. – Вып. 43. – С. 56–63.

166. Егоров В. В. Засоленные почвы и их освоение / В. В. Егоров – М., 1954. – 286 с.

167. Еколого–агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС : практикум / [Морозов В. В., Гамаюнова В. В., Морозов О. В. та ін.]. – Херсон : ХДАУ, 2004. – 163 с.

168. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва) : монографія / [Бойко В. І., Лебідь Є. М., Рибка В. С. та ін.]; за ред. В. І. Бойка. – К. : ННЦІАЕ, 2008. – 400 с.

169. Електронні медіа у поміч агроному // Агрономіка. – 2014. – Вип. 1. – С. 9–10.

170. Елисеєва И. И. Практикум по общей теории статистики: учеб. пособие / И. И. Елисеєва, Н. А. Флуд, М. М. Юзбашев; под ред. И. И. Елисеєвой. – 2009. – 512 с.

171. Елисеєва И. И. Статистика: учебник / И. И. Елисеєва ; под ред. И. И. Елисеєвой. – М. : Изд–во Юрайт, 2011. – 565 с.

172. Ефективність використання зрошуваних земель / [Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. та ін.]. – Херсон : Айлант, 2006. – 36 с.

173. Ефимова М. Р. Общая теория статистики: Учебник / М. Р. Ефимова, Е. В. Петрова, В. Н. Румянцев. – 2–е изд., испр. и доп. – М. : ИНФРА. – М, 2011. – 416 с.

174. Ефимова М. Р. Социально–экономическая статистика: учебник / Под ред. М. Р. Ефимовой. – 2–е изд., пераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 591 с.

175. Євграшкіна Г. П. Методичні аспекти прогнозування сольового режиму зрошуваних земель на прикладі Фрунзенського масиву / Г. П. Євграшкіна, Т. В. Сібуль // ВІСНИК ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ. – 2012. – №32. – 59–63.

176. Єгоршин О. О. Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами / О. О. Єгоршин, М. В. Лісовий. – Харків : Друкарня № 14, 2007. – 45 с.

177. Жаринов Е. М. Водосберегающие режимы орошения / Е. М. Жаринов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2007. – № 4(8). – С. 31–33.

178. Жигулина Е. В. Повышение плодородия почв на орошаемых землях / В. П. Максименко, Т. Л. Волчкова // Методы и технологии комплексной мелиорации и экосистемного водопользования : Сб. науч. трудов / Под ред. акад. РАСХН Б. М. Кизяева. – М. : Россельхозакадемия, 2006. – С. 426–442.

179. Жовтоног О. І. Алгоритм планування зрошення з використанням геоінформаційних технологій для системи точного землеробства / О. І. Жовтоног, О. І. Кириєнко, І. К. Шостак // Меліорація і водне господарство. – 2004. – Вип. 91. – С. 33–41.

180. Жовтоног О. І. Використання інформаційної системи «ГІС Полив» та модулю IRRIMET інтернет–метеостанції для оперативного планування зрошення при дощуванні / О. І. Жовтоног, Л. А. Філіпенко, Т. Ф. Деменкова // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал.– Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 92. – С. 159–165.

181. Жовтоног О. І. Типізація територій за нормами водопотреби сільськогосподарських культур у зрошенні / О. І. Жовтоног, А. Ф. Салюк, Т. Ф. Деменкова, Л. А. Филипенко // Водне господарство України. – 2000. – № 3–4. – С. 21–25.

182. Жуйков Г. Є. Вплив зрошення земель на підвищення економічної ефективності агровиробництва Херсонщини / Г. Є. Жуйков, Л. М. Миронова,

О. М. Димов, О. П. Жаров // Таврійський науковий вісник. – 2005. – № 40. – С. 223–227.

183. Жуйков Г. Є. Економічні засади ведення землеробства на зрошуваних землях: Монографія / Г. Є. Жуйков. – Херсон : Айлант, 2003. – 288 с.

184. Жуйков Г. Є. Напрями використання сільськогосподарських земель Херсонщини в пореформений період / Г. Є. Жуйков, О. М. Димов // Таврійський наук. вісн. – Херсон : Айлант, 2004. – Вип. 31 (спеціальний). – С. 125 – 129.

185. Жученко А. А. Энергетический анализ в сельском хозяйстве / А. А. Жученко, Э. Ф. Казанцев, В. Н. Афанасьев. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 82 с.

186. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 448 с.

187. Закон України Про основні засади державної політики на період до 2015 року від 18.10.2005 р. № 2982 – IV.

188. Закон України Про охорону земель від 19 червня 2003 року.

189. Зарова Е. В. Региональная статистика: учебник / Под ред. Е. В. Заровой, Г. И. Чудилина. – М. : Финансы и статистика, 2007. – 624 с.

190. Звіти відділу зрошення Інституту зрошеного землеробства НААН України за період 2000–2016 рр.

191. Земельні ресурси України / за ред. В. В. Медведева, Т. М. Лактіонової. – К. : Аграрна наука, 1998. – 149 с.

192. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології: Навч. посібн. для підготовки фахівців в аграр. вищ. навч. закладах II–IV рівнів акредитації / М. Я. Бомба, Г. Т. Періг, С. М. Рижук та ін. – К. : Урожай, 2003. – 400 с.

193. Золотун В. П. Изменение некоторых химических свойств темно-каштановых почв Приднепровья за 30 лет орошения / В. П. Золотун, К. М. Кухтеева // Чередование культур и обработка почвы. – Кишинев, 1975. – Т. 147. – С. 43–52.

194. Зонн И. С. Орошаемое земледелие в странах мира / И. С. Зонн // Мелиорация и водное хозяйство. – 1989. – № 11. – С. 58–61.

195. Зрошувані землі Дунай–Дністровської зрошувальної системи: еволюція, екологія, моніторинг, охорона, родючість / за ред. С. А. Балюка. – Х. : Антіква, 2001. – 260 с.
196. Зубець М. Розвиток інноваційних процесів в агропромисловому виробництві / М. Зубець, С. Тивончук. – К. : Аграрна наук, 2004. – 192 с.
197. Зубець М. В. Актуальні проблеми економіки України / М.В. Зубець, Б.Я. Панасюк. – К. : Аграрна наука, 2004. – 84 с.
198. Іващенко О. О. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату / О. О. Іващенко, О. І. Рудник–Іващенко // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 8. – С. 10–13.
199. Иванов Ю. Н. Экономическая статистика: Учебник / А. Р. Алексеев [и др.]; под ред. Ю.Н. Иванова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 736 с.
200. Ивашкин В. И. Технология удобрительного орошения / В. И. Ивашкин, А. Ф. Абрамов, И. В. Винникова. – М. : Агропромиздат, 1986. – 53 с.
201. Игнатъев В. М. Моделирование продуктивности орошения на мелиоративных системах Северного Кавказа : автореф. дисс... доктора тех. наук: (06.01.02) / ФГОУ „НГМА” / В.М. Игнатъев. – Новочеркасск, 2008. – 47 с.
202. Ильинская И. Н. Влияние теплоэнергетических факторов на продуктивность кукурузы в условиях орошения юга России / И. Н. Ильинская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2005. – № 13. – 12–14.
203. Ильинская И. Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе / И. Н. Ильинская. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2001. – 163 с.
204. Инновационные технологии орошения овощных культур / А. С. Овчинников, М. П. Мещеряков, В. С. Бочарников, О. В. Бочарникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2011. – №4(24). – С. 13–17.
205. Інноваційні домінанти сталого розвитку України / М. А. Хвесик, І. К. Бистряков. – К., 2011. – №2. – С. 188–199.

206. Історія меліорації і водного господарства Херсонщини (видання друге, доповнене) / В. О. Ушкаренко, В. В. Морозов та інші. – Херсон : Видавництво ХДУ, 2005. – 132 с.

207. Канівець В. І. Життя ґрунту / В. І. Канівець. – К. : Аграрна наука, 2001. – С. 12–16.

208. Карманов И. И. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв / И. И. Карманов, Д. С. Булгаков, Л. А. Карманова, Е. И. Путилин // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 850–857.

209. Качинский Н. А. Изучение физических свойств почв и корневых систем растений. – М. : Сельхозгиз, 1930. – 101 с.

210. Кириенко Т. Н. Методологія трансферу інновацій в агропромислове виробництво / Т. Н. Кириенко, В. М. Тимчук. – Харків: Магда Ltd, 2009. – 230 с.

211. Кириенко Т. Н. Основные принципы разработки почвозащитных режимов орошения / Т. Н. Кириенко, В. П. Остапчик, О. И. Жовтоног // Орошаемые черноземы и их рациональное использование. – Новочеркасск: НПО «Мелиорация», 1990. – С. 85–92.

212. Кириченко В. В. Вирішення проблеми інноваційних напрямків в селекційному процесі Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН / В. В. Кириченко, В. М. Тимчук // Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. – Х. : Магда Ltd, 2006. – Вип. 2. – С. 5–21.

213. Кириченко В. В. Впровадження мотиваційних заходів один з важливих напрямів безперервного інноваційно–технологічного процесу створення конкурентоспроможної наукової продукції / В. В. Кириченко, І. П. Пазій, Н. В. Фурман // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – Харків, 2009. – Вип. № 5. – С. 250–259.

214. Кирюшин В. И. Классическое наследие и современные проблемы агропочвоведения / В. И. Кирюшин // Почвоведение. – 1996. – № 3. – С. 269–276.

215. Кисель В. Д. Агрохимическая характеристика черноземов и каштановых почв степи / В. Д. Кисель, Г. М. Кривоносова // Агрохимическая характеристика почв СССР: Украинская ССР. – М. : Наука, 1973. – С. 227–246.

216. Кисель В. Д. О генезисе солонцеватых почв Украины / В. Д. Кисель // Почвоведение. – 1981. – № 12. – С. 10–12.

217. Кисіль В. Д. Агрогрунтові райони Степової чорноземної зони / В. Д. Кисіль // Агрохімія та ґрунтознавство. – 1969. – Вип. 12. – С. 109–157.

218. Кілька з наших найбільших пріоритетів у сфері досліджень [Електронний ресурс]. Режим доступу. – <http://www.bayer.ua/innovations/scientific-experiments/research-development-agriculture>.

219. Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров, В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова, Н. Н. Розов, В. А. Носин, Т. А. Фриев; под ред. В. М. Фридланда. – М. : Колос, 1977. – 223 с.

220. Клещенко А. Д. Динамическая модель продукционного процесса кукурузы с использованием спутниковой информации и методы прогноза урожайности / А. Д. Клещенко, Т. А. Найдина // Метеорология и гидрология. – 2012. – № 12. – С. 88–98.

221. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 344 с.

222. Ковалев В. М. Теория урожая / В. М. Ковалев – М. : МСХА, 2003. – С. 53–59.

223. Коваленко П. І. Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на зрошуваних системах / П. І. Коваленко, О. І. Жовтоног // Вісн. аграр. наук. – 2005. – №11. – С. 5–10.

224. Коваленко П. І. Механізм державної підтримки зрошуваного землеробства в Україні / П. І. Коваленко, Ю. О. Михайлов, В. І. Сатаєв // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 9. – С. 58–61.

225. Коваленко П. І. Раціональне використання води при зрошенні / П. І. Коваленко, Ю. О. Михайлов. – К. : Аграрна наука, 2000. – 215 с.

226. Коваль Я. В. Еколого-економічні проблеми лісоресурсного розвитку України // Продуктивні сили України. – 2006. – № 1 (001). – С. 121–135.

227. Ковальов М. М. Переуцільнення ґрунтів – проблема сьогодення / М. М. Ковальов, Ф. П. Топольний // III-й Всеукр. з'їзд екологів з міжнародною участю. Зб. наук. статей. – Т.2. – Вінниця: 2011. – С. 493–496.

228. Ковда В.А. Почвоведение. Часть 1. Почва и почвообразование. Учеб.

для ун–тов. В 2 ч. / Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч. 1 / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. – М. : Высш. шк., 1988. – 400 с.

229. Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв / В. А. Ковда. – М.–Л. : АН СССР, 1979. – С. 52–59.

230. Козир Л. С. Оцінка ефективності використання водних ресурсів в зрошуваному землеробстві (на прикладі Черкаської області) / Л. С. Козир // Вісник Сумського державного університету. – 2006. –№ 7(91). – С. 175–182.

231. Коковіхін С. В. Актуальні напрями використання інформаційних технологій в сучасному зрошуваному землеробстві / С. В. Коковіхін, К. С. Лисогоров, Л. В. Бояркіна // Зрошуване землеробство. – 2009. – Вип. 51. – С. 31–37.

232. Коковіхін С. В. Проблеми інноваційного розвитку зрошуваного землеробства в умовах півдня України / С. В. Коковіхін, І. М. Біляєва, В.Г . Пілярський // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні» присвяченій 130–річчю появи сільськогосподарської дослідної справи як організації та створення Полтавського дослідного поля (22 травня 2014 р.). – К. : Корзун, 2014. – С. 259.

233. Колотий А. В. Регрессионные модели прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Украине / А. В. Колотий // Індуктивне моделювання складних систем. – 2012. – Вип. 4. – С. 92–101.

234. Комплекс протидеградаційних заходів на зрошуваних землях України / наук. ред.: С.А. Балюк, М.І. Ромащенко, В.А. Сташук // М–во аграр. політики та продовольства України, Нац. акад. аграр. наук України, ННЦ «Ін–т ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», Ін–т водних проблем і меліорації НААН. – К. : Аграрна наука, 2013. – 160 с.

235. Комплексна програма розвитку зрошення та поліпшення екологічного стану сільськогосподарських угідь і сільських населених пунктів Херсонської області на період до 2015 р. / [Ромащенко М. І., Малярчук М. П., Лисогоров К. С., Коковіхін С. В. та ін.]. – К. : Держводгосп України, 2007. – 17 с.

236. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України / за науковою редакцією д.т.н., академіка М. І. Ромащенка. – К. : ЦП

«Компринт», 2014. – 28 с.

237. Концепція економічного нормування допустимого антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив / за ред. С. А. Балюка, М. І. Ромащенко. – К. : Аграрна наука, 2004. – 24 с.

238. Костяк М. М. Атлас родючості ґрунтів Херсонської області України: Інформаційно–аналітичний збірник / Костяк М. М., Пелих В. Г., Базалій В. В. – Херсон : «Олді–плюс», 2011. – 108 с.

239. Костяков А. Н. Основы мелиорации. 5–е изд. / Костяков А. Н. – М. : Сельхозгиз, 1951. – 750 с.

240. Костяков А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М. : Сельхозгиз. – 1961. – Т. 1. – 808 с.

241. Крамаренко І. С. Кредитне забезпечення аграрних підприємств: стан, проблеми, перспективи / І. С. Крамаренко // Бізнес–навігатор. – 2010. – № 3 (20). Електронні наукові фахові видання. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Biznes/2010_3/2010/03/100321.pdf.

242. Краплинне зрошення : навчальний посібник / за редакцією академіка НААН М. І. Ромащенко та професора А. М. Рокочинського. – Рівне, НУВГП, 2015. – 298 с.

243. Краснокутська Н. В. Інноваційний менеджмент / Н. В. Краснокутська. – К. : КНЕУ, 2003. – С. 170–172.

244. Криворучко І. П. Обґрунтування способу аналітичного розрахунку статистичного максимуму врожайності / І. П. Криворучко // Наук. праці УкрНДГМІ, 2010. – Вип. 259. – С. 245–253.

245. Кружилин И. П. Влияние орошения на почвы и ландшафты степей / И. П. Кружилин, А. С. Морозова // Почвоведение. – 1993. – № 11. – С. 59–64.

246. Кружилин П. И. Экологические проблемы орошения земель // Земледелие. – 1990. – № 6. – С. 41–44.

247. Кудеяров В. Н. Экологические проблемы применения минеральных удобрений / В. Н. Кудеяров, В. Н. Башкин, А. Ю. Кудеярова, А. Н. Бочкарев. – М. : Наука, 1984. – 214 с.

248. Кук Дж. У. Регулирование плодородия почвы / Дж. У. Кук. – М. :

Колос, Колос, 1970. – 520 с.

249. Кукоба П. И. Общие закономерности влияния орошения на содержание и состав гумуса темно-каштановых солонцеватых почв юга СССР / П. И. Кукоба, С. А. Балюк // *Агрохимия и почвоведение*. – 1984. – Вып. 47. – С. 34–39.

250. Кукоба П. И. Охрана почв при орошении. Чтобы не убывало плодородие земли / П. И. Кукоба, В. Я. Ладных, С. А. Балюк и др. – К. : Урожай, 1989. – С. 65–80.

251. Куперман Ф. М. Биология развития культурных растений / Ф. М. Куперман, Е. И. Ржанова, В. В. Мурашев. – М. : Высшая школа, 1982. – 343 с.

252. Курбанов С. А. Исследование систем капельного орошения с мелкодисперсным дождеванием / С. А. Курбанов, А. В. Майер // *Проблемы развития АПК региона*. – 2012. – № 3. – С. 15–19.

253. Курбанов С. А. Комбинированное орошение при возделывании овощных культур в Дагестане / С. А. Курбанов, А. В. Майер, Д. С. Магомедова // *Мелиорация и водное хозяйство*. – 2013. – № 1. – С. 8–10.

254. Лавриненко Ю. О. Наукові підходи до розробки інноваційних методів планування та оперативного управління зрошенням на локальному рівні господарств / Ю. О. Лавриненко, Р. А. Вожегова, С. В. Коковіхін // *Посібник українського хлібороба*. – К., 2012. – Т. 2. – С. 67–71.

255. Лавриненко Ю. О. Оптимізація водного режиму ґрунту в Степу України при вирощуванні сільськогосподарських культур з використанням лабораторного обладнання / Ю. О. Лавриненко, С. В. Коковіхін, О. Д. Тищенко // *Бюлетень сільського господарства степової зони*. – 2012. – № 1. – С. 35–41.

256. Лактионов Б. И. Восстановление плодородия засоленных и осолонцованных земель / Б. И. Лактионов, Е. П. Сафонова, А. Н. Федорченко // *Повышение плодородия орошаемых земель*. – К. : Урожай, 1989. – С. 149–159.

257. Латифов Н. Л. Оптимизация режимов орошения сельскохозяйственных культур / Н. Л. Латифов, И. В. Кобозев, Н. В. Парахин. – М. : МСХА, 1996. – 94 с.

258. Лебідь Є. М. Сівозміни в інтенсивному землеробстві / Є. М. Лебідь,

І. І. Андрусенко, І. А. Пабат. – К. : Урожай, 1992. – 224 с.

259. Лемешев В. Ф. Орошаемое земледелие – будущее Крыма / В. Ф. Лемешев // Водное хозяйство Украины. – 1986. – №1. – С. 7–9.

260. Лисецький А. С. Сільськогосподарський простір України: проблеми соціально–економічного розвитку / А. С. Лисецький, Т. А. Заєць, В. І. Куценко / За ред. Б. М. Данилишина. – К. : РВПС НАН України, 2006. – 75 с.

261. Лисик Г. А. Основи меліорації і ландшафтознавства / Г. А. Лисик, Б. Б. Куликовський. – К. : Агросвіт, 2005. – 462 с.

262. Лисогоров К. С. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами / К. С. Лисогоров, В. А. Писаренко // Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант, 2007. – Вип. 49. – С 49–52.

263. Лисогоров К. С. Теоретичне обґрунтування і практична реалізація створення інформаційних систем в зрошуваному землеробстві: дис. д–ра с.–г. наук: спец. 06.01.02 / Костянтин Сергійович Лисогоров, УААН, Інститут землеробства південного регіону. – Херсон, 2005. – 384 с.

264. Лихацевич А. П. Выбор способа орошения сельскохозяйственных культур / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, А. А. Левкевич // Мелиорация. – 2015. – № 2(74) – С 34–47.

265. Литтл Т. Сельскохозяйственное опытное дело. Планирование и анализ / Т. Литтл, Ф. Хиллз. – М. : Колос, 1981. – 320 с.

266. Лозовіцький П. С. Методи іригаційної оцінки поливної води та їх застосування в умовах України / П. С. Лозовіцький, К. А. Чеботько, В. А. Косматий, В. А. Копилевич // Аграрна наука і освіта. – 2008. – Том 9, № 1–2. – С.37–46.

267. Лозовіцький П. С. Властивості темно–каштанового солонцюватого ґрунту заповідника Асканія–Нова у порівнянні з такими ж ґрунтами оброблюваних агроценозів / П. С. Лозовіцький // Заповідна справа в Україні. – 2009. – Вип. 115 (№ 2). – С. 106–116.

268. Лымарь А. О. Экологические основы систем орошаемого земледелия / А. О. Лымарь. – К. : Аграрна наука, 1997. – 398 с.

269. Лысогоров С. Д. Орошаемое земледелие / С. Д. Лысогоров,

В. А. Ушкаренко. – М. : Колос, 1981. – 382 с.

270. Любимова И. Н. Агрогенная эволюция солонцовых комплексов сухостепной зоны / И. Н. Любимова // Почвоведение. – 2002. – № 7. – С. 892–903.

271. Максименко В. П. Уплотнение почв на орошаемых землях и его влияние на агробиоценоз и технологии мелиораций / В. П. Максименко, Т. Л. Волчкова // Современные проблемы мелиорации и водного хозяйства : Сб. материалов юбилейной международной научно–практической конференции «100–летие мелиоративной науки в России. 85–летие ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова». – М. : ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2009. – Том 2. – С. 103–110.

272. Максименко В. П. Комплексная мелиорация уплотненных почв на орошаемых землях : автореф. дисс... д–ра с.–х.н. : 06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель / В. П. Максименко. – М., 2011. – 42 с.

273. Малік М. Й. Конкурентоспроможність аграрних підприємств : методологія і механізми: монографія / М. Й. Малік, О. А. Нужна. – К. : ННЦ ІАЕ, 2007. – 270 с.

274. Малярчук М. П. Формування систем основного обробітку ґрунту в агробіоценозах на меліорованих землях південної посушливої та сухостепової ґрунтово–екологічний підзон України / М. П. Малярчук, Р. А. Вожегова. – Херсон : Айлант, 2012. – 180 с.

275. Мамонтов В. Т. Особенности почвообразовательных процессов и плодородия черноземов и каштановых почв при орошении: Обзорная информация / В. Т. Мамонтов. – М., 1990. – 78 с.

276. Мартыненко Т. А. Агромелиоративная эффективность применения фосфогипса в условиях капельного орошения минеральными водами при выращивании лука репчатого / Т. А. Мартыненко // Мелиорация. – 2014. – №2(72). – С. 24–29.

277. Медведев В. В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур / В. В. Медведев, Т. Н. Лактионова, Л. В. Донцова. – Х. : Апостроф, 2011. – 224 с.

278. Медведев В. В. Концепция почвенного мониторинга /

В. В. Медведев, Т. Н. Лактионова // Вісник аграрної науки. – 1992. – № 9. – С. 9–12.

279. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В. В. Медведев – Харьков : ПФ «Антиква», 2002. – 428 с.

280. Медведев В. В. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В. В. Медведев, Т. Е. Лындина, Т. Н. Лактионова. – Х. : 13 типография, 2004. – 244 с.

281. Медведев В. В. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / В. В. Медведев, Г. Я. Чесняк, М. І. Полупан та ін.; за ред. В. В. Медведева. – К. : Урожай. – 1992. – 248 с.

282. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. – К. : Урожай, 1988. – 208 с.

283. Мелиорация на Украине ; под ред. Н.А. Гаркуши [2–е изд., доп. и перераб.]. – К. : Урожай, 1985. – 376 с.

284. Мелихова Е. В. Дифференцированный режим орошения и питания столовой свеклы на светло–каштановых почвах Волго–Донского междуречья / Е. В. Мелихова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2007. – № 3. – С. 37–41.

285. Мескон М. Основы менеджмента / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедуори ; пер. с англ. – М., 1992. – 702 с.

286. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно–исследовательских и опытно–конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – К. : Урожай. – 1980. – 84 с.

287. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, П. В. Писаренко, І. М. Біляєва та ін. ; за ред. Р. А. Вожегової. – Херсон : Грінь Д.С., 2014. – 286 с.

288. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін.; за ред. проф. С.О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.

289. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в

условиях орошения УССР. – Днепропетровск, 1985. – 134 с.

290. Методические рекомендации по технологии приготовления и распределению органических удобрений в полях севооборотов хозяйств Херсонской области. – Херсон, 1987. – 96 с.

291. Методические указания по определению нитрификационной способности почв. – М. : ВПНО «Сельхозхимия», 1984. – 16 с.

292. 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.

293. Методичні рекомендації з планування та оперативного управління режимами зрошення в умовах півдня України / Р. А. Вожегова, Ю. О. Лавриненко, П. В. Писаренко, І. М. Біляєва та ін. – Херсон : Грінь Д.С., 2016. – 64 с.

294. Методичні рекомендації з трансферу інновацій в агровиробничі системи Південного Степу України / Р. А. Вожегова, І. М. Біляєва, М. П. Малярчук, С. В. Коковіхін та ін. – Херсон : Грінь Д.С., 2016. – 16 с.

295. Методичні рекомендації по застосуванню водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур / [В. А. Писаренко, С. В. Коковіхін, І. Т. Іванов, О. П. Тищенко та ін.]. – Херсон : Айлант, 2002. – 32 с.

296. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово–кліматичних зон України / М. В. Зубець, В. П. Ситник, М. Д. Безуглий та ін.; за ред. М. Д. Безуглого, А. С. Заришняка. – К., 2008. – 43 с.

297. Микитенко В. В. Інноваційні підходи до оцінки прогнозування ефективності технологій / В. В. Микитенко // Проблеми науки. – 2002. – № 3. – С. 12–14.

298. Минасов М. Ш. Стабилизация сельскохозяйственного производства с учетом циклических изменений климатических условий / М. Ш. Минасов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 55–56.

299. Моргун Ф. Т. Почвозащитное земледелие / Ф. Т. Моргун, Н. К. Шикуча, А. Г. Тарарико. – К. : Урожай, 1983. – 240 с.

300. Мороз С. М. Фінансові аспекти розвитку інфраструктури агробізнесу

/ С. М. Мороз // Вісник Сумського ДАУ. – 1998. – № 2. – С. 226–231.

301. Морозов В. В. Еколого–меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України / В. В. Морозов, Л. М. Грановська, М. Г. Поляков. – Херсон : Айлант, 2003. – 208 с.

302. Морозов О. В. Ґрунтово–екологічний моніторинг зрошуваних земель: моделювання і прогнозування / О. В. Морозов, В. І. Пічура. – Херсон : Айлант, 2010. – 355 с.

303. Морозова И. В. Изменение возможной суммарной солнечной радиации на земной поверхности / И. В. Морозова, Г. Н. Мясников // Метеорология и гидрология. – 1997. – №10. – С. 38–48.

304. Мотузова Г. В. Экологический мониторинг почв / Г. В. Мотузова, О. С. Безуглова. – М. : Академический Проспект, Гаудеамус, 2007. – 237 с.

305. Мошенський С. З. Економічний аналіз: підручник для студентів економічних спеціальностей ВНЗ / С. З. Мошенський, О. В. Олійник; за ред. д.е.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України Ф. Ф. Бутинця. – 2–ге вид., доп. і перероб. – Житомир: ПП «Рута», 2007. – 704 с.

306. Муха В. Д. Естественно–антропогенная эволюция почв (общие закономерности и зональные особенности) / В. Д. Муха. – М. : Колос, 2004. – 270 с.

307. Назаренко І. І. Ґрунтознавство: підручник / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги–ХХІ, 2008. – 400 с.

308. Назарова М. Г. Курс социально–экономической статистики: учебник для вузов / под ред. проф. М. Г. Назарова. – М. : Финстатинформ, 2008. – 976 с.

309. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам / Агрометеорологические наблюдения на станциях и постах: основные агрометеорологические наблюдения. – Л. : Гидрометеиздат, 1957. – Вып. 11, Ч. 1. – 203 с.

310. Наукове обґрунтування та практична реалізація режимів зрошення сільськогосподарських культур з врахуванням природних та господарсько–економічних чинників : монографія / Р. А. Вожегова, П. В. Писаренко, І. М. Біляєва. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 232 с.

311. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України

/ [голова редакційної колегії М. В. Зубець]. – К. : Аграрна наука, 2004. – 844 с.

312. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України / за ред. С. А. Балюка, М. І. Ромащенко, В. А. Сташука. – К. : Аграрна наука, 2009. – 624 с.

313. 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.

314. Науково–методичне забезпечення діяльності державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів / Б. С. Носко, С. А. Балюк та ін. // Вісн. аграр. науки. – 2006. – № 10. – С 5–8.

315. Научно–обоснованная система земледелия Крымской области / Под ред. Е. В. Николаева. – Симферополь : Таврида, 1987. – 335 с.

316. Несват А. П. Формирование рационального сельскохозяйственного землепользования на основе системного подхода / А. П. Несват // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1. – С. 198–201.

317. Нетіс І. Т. Зміна клімату в зоні зрошення / І. Т. Нетіс // Зрошуване землеробство. – 1994. –Вип. 39. – С. 7–12

318. Никитин Б. А. Определение уровня плодородия почвы / Б. А. Никитин // Плодородие почв: проблемы, исследования, модели: науч. тр. Почв. ин–та им. В. В. Докучаева. – М., 1985. – С. 51–56.

319. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 133 с.

320.Новиков Ю. В. Экология окружающей среды и человека / Ю. В. Новиков. – М. : 2000. – 218 с.

321. Новикова А. В. Градация степени засоления солонцовых почв юга УССР по активности ионов натрия / А. В. Новикова, А. М. Александрова, Н. Е. Гаврилович, Л. А. Чаусова // Агротехника и почвоведение. – 1990. – №53. – С. 77–82.

322. Новикова А. В. Гранулометрическая дифференциация профиля и ее изменение в процессе эволюции остепенённых солонцов в зональных почвах / А. В. Новикова // Агротехника і ґрунтознавство. – 2009. – Вип. 70. – С. 13–28.

323. Новикова А. В. Засоленные почвы, их распространение в мире, окультуривание и вопросы экологии : монография / А. В. Новикова. – Харьков, 2004. – 118 с.

324. Новикова А. В. О проявлении и особенностях солонцовых свойств в почвах степной и сухостепной зон юга Украины / А. В. Новикова // Почвоведение. – 2007. – № 7. – С. 811–822.

325. Овчинников А. С. Комбинированное орошение сельскохозяйственных культур / Овчинников А. С., Бородычев В. В., Храбров М. Ю., Гуренко В. М., Майер А. В. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2015. – № 2(38). – С. 10–12.

326. Овчинников А. С. Научно–деловому и образовательному центру агротехнопарк – перспективные технологии производства сельскохозяйственной продукции / А. С. Овчинников, В. В. Бородычев, В. М. Гуренко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2014. – № 3(35). – С. 7–12.

327. Овчинников О. Г. Государственное регулирование аграрного сектора США / О. Г. Овчинников. – М., 1999. – С. 355.

328. Олійник З. Я. Основні поняття та методи складання середньострокових прогнозів погоди (рекомендації на допомогу синоптикам) / З. Я. Олійник, Н. Г. Жук, В. В. Лашенко. – К., 2011. – С. 23–29.

329. Орлюк А. П. Теоретичні і практичні аспекти насінництва зернових культур / А. П. Орлюк, О. Д. Жужа, Л. О. Усик. – Херсон, 2003. – 170 с.

330. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, П. В. Костогриз, В. П. Опришко / за ред. В. О. Єщенка. – Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. – 332 с.

331. Основи системного аналізу в гідромеліорації: навч. посіб. / В. В. Морозов // Херсон. держ. аграр. ун–т. – Херсон, 2008. – 63 с.

332. Особливості сучасного стану продовольчого ринку / О. П. Кирдан // Культура народів Причорномор'я. – 2011. – Т. 2. № 197. – С. 29–32.

333. Остапов В. И. Влияние орошения на плодородие почв в степной зоне Украины / В. И. Остапов, Е. П. Сафонова // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 5. – С. 54–57.

334. Остапчик В. П. Информационно–советующая система управления орошением / Остапчик В. П., Костромин В. В., Коваль А. М. и др. – К. : Урожай, 1989. – 245 с.

335. Оцінка і прогноз якості земель: навчальний посібник / С. Ю. Булигін, А. В. Барвінський, А. О. Ачасова, А. Б. Ачасов. – Харків : Вища школа, 2008. – 237 с.

336. Парахин Н. В. Оптимизация структуры посевных площадей как фактор повышения устойчивости и эффективности растениеводства / Н. В. Парахин, А. В. Амелин, С. В. Потаракин, С. Н. Петрова // Вестник Орел ГАУ. – № 3. – 2007. – С. 2–8.

337. Пилипенко І. О. Просторовий аналіз антропогенної перетвореності ландшафтів Херсонської області / І. О. Пилипенко, Р. С. Молікевич // «Використання ГІС та ДЗЗ у землекористуванні». Матеріали Всеукраїнської науково–практичної конференції, 14–16 листопада 2012 року. – Миколаїв: КП «Миколаївська обласна друкарня», 2012. – С. 60–63.

338. Писаренко В. А. Рекомендації з водозберігаючих режимів зрошення в зоні діяльності Каховського міжрайонного управління водного господарства / В. А. Писаренко, С. В. Коковіхін, П. В. Писаренко. – Херсон : ІЗПР, 2006. – 20 с.

339. Писаренко В. А. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення сільськогосподарських культур у степовому регіоні / В. А. Писаренко // Наукові основи землеробства в умовах недостатнього зволоження: матеріали наук.–практ. конф. 21–23 лютого 2001 р. – К. : Аграрна наука, 2001. – С. 121–131.

340. Писаренко В. А. Ефективність зрошення сільськогосподарських культур / В. А. Писаренко // Підвищення ефективності використання зрошуваних степових ландшафтів. – Херсон : РВЦ «Колос», 2003. – С. 6–7.

341. Писаренко В. А. Ефективність способів поливу сільськогосподарських культур на півдні України / В. А. Писаренко, О. І. Головацький // Зрошуване землеробство. – 2005. – Вип. 44. – С. 21–25.

342. Писаренко В. А. Зрошення: здобутки, стан, проблеми / В. А. Писаренко // Пропозиція. – 2002. – № 7. – С. 44–45.

343. Писаренко В. А. Режим орошения сельскохозяйственных культур / В. А. Писаренко, Е. М. Горбатенко, Д. Р. Йокич. – Киев : Урожай, 1988. – 93 с.

344. Пілярський В. Г. Вплив зрошення та добрив на ростові процеси буряку цукрового в умовах півдня України / В. Г. Пілярський, П. В. Писаренко, І. М. Біляєва, О. О. Пілярська // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – Вип. 63. – С. 89–92.

345. Плис А. И. Mathcad: математический практикум для экономистов и инженеров / А. И. Плис. – М. : Финансы и статистика, 1999. – 656 с.

346. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів / Позняк С. П. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – Ч. 1. – 270 с.; Ч. 2. – 285 с.

347. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур / А. Н. Полевой. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.

348. Полупан М. І. Визначник еколого–генетичного статусу та родючості ґрунтів України: навч. посіб / Полупай М. І., Соловей В. Б., Кисіль В. Г., Величко В. А. – К. : Колообіг, 2005. – 304 с.

349. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / Полупай М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. – К. : Аграрна наука, 2005. – 300 с.

350. Полупан М. І. Номенклатура та діагностика еколого–генетичного статусу ґрунтів України для великомасштабного їхнього дослідження / М. І. Полупан, В. А. Величко. – К. : Аграрна наука, 2014. – 496 с.

351. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівоzmінах в різних природно–сільськогосподарських регіонах від 11 лютого 2010 р. № 164 м. Київ.

352. Прелет П. А. Распределение фотосинтетически активной радиации (ФАР) по территории / П. А. Прелет // Тр. УкрНИИГиМ. – 1971. – Вып. 102. – С. 3–12.

353. Просунко В. Вплив глобальних змін клімату на погоду в Україні / В. Просунко // Наука і суспільство. – 1999. – № 10–12. – С. 60–63.

354. Раціональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно–економічні, екологічні й нормативно–правові

аспекти: колективна монографія / за ред. акад. НААН С. А. Балюка, чл.–кор. АЕНУ А. В. Кучера. – Х. : Смугаста типографія, 2015. – 432 с.

355. Ревут И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – Л. : Колос, 1972. – 388 с.

356. Результати моніторингу меліорованих та прилеглих до них земель у системі Держводгоспу України // Науково–аналітичні дослідження. – К. : Держводгосп України, 2006. – 57 с.

357. Режимы комплексных мелиораций земель (рекомендации) / Б. М. Кизяев, Л. В. Кирейчева, В. П. Максименко и др. / под ред. Б. М. Кизяева. – М. : РАСХН, 2000. – 63 с.

358. Рекомендации по контролю гидрогеолого–мелиоративного состояния массивов, орошаемых городскими и промышленными сточными водами. – К. : УкрНИСОСВ, 1987. – 31 с.

359. Ресурсозберігаючі технології хімічної меліорації ґрунтів в умовах земельної реформи / За ред. Р. С. Трускавецького, С. А. Балюка. – К., 2000.– С. 45–61.

360. Рибчинко Л. С. Сумарна сонячна радіація та альbedo підстильної поверхні в Україні / Л. С. Рибченко, Т. О. Ревера // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 99–111.

361. Ризниченко Г. Ю. Математические модели биологических продукционных процессов: Учебное пособие / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. – М. : Изд–во МГУ, 1993. – 302 с.

362. Роде А. А. Почвоведение / А. А. Роде, В. Н. Смирнов. – М. : Высшая школа, 1972. – 480 с.

363. Родючість ґрунтів. Моніторинг та управління / за ред. В. В. Медведєва. – К. : Урожай, 1992. – 248 с.

364. 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.

365. Рожков В. А. Методы изучения корневых систем растений в поле и лаборатории / В. А. Рожков, И. В. Кузнецова, Х. Р. Рахматуллоев. – М. : Из–во Московского государственного университета леса. – 2008. – 52 с.

366. Розанов Б. Г. Живой покров Земли. – М. : Педагогика, 1989. – 128 с.

367. Розгон В. Шляхи покриття затрат на експлуатацію міжгосподарських зрошувальних систем / В. Розгон, О. Жовтоног, Л. Філіпенко, І. Шостак, А. Салюк, В. Поліщук // Водне господарство України. – 2010. – №4. – С. 10–14.

368. Ромащенко М. І. Зрошення земель в Україні / М. І. Ромащенко, С. А. Балюк. – К. : Світ, 2000. – 112 с.

369. Ромащенко М. І. Про деякі завдання аграрної науки у зв'язку зі змінами клімату / Ромащенко М. І., Собко О. О., Савчук Д. П. та ін. // Наукова доповідь–інформація. – К., 2003. – 46 с.

370. Ромащенко М. І. Управління краплинним зрошенням на основі використання інтернет–метеостанції i–Metos / М. І. Ромащенко, А. П. Шатковський, О. В. Журавльов, Ю. О. Черевичний // Матеріали науково–практичної конференції, присвяченої Всесвітньому дню води «Вода і сталий розвиток»). – К., 2015. – С. 9–12.

371. Рослинництво : підручник / Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О., Салатенко В. Н., Домарацький Є. О. – Херсон : Грінь Д.С., 2015. – 520 с., іл.

372. Росновский И. Н. Системный анализ и математическое моделирование процессов в почвах : учебное пособие / Росновский И. Н.; под ред. д–ра биол. наук С. П. Кулижского. – Томск: Томский государственный университет, 2007. – 312 с.

373. Рудаков Р. П. Статистика: учеб. пособие / Р. П. Рудакова, Л. Л. Букин, В. И. Гаврилов. – 2–е изд. – С.–Пб. : Питер, 2010. – 288 с.

374. Салин В. Н. Социально–экономическая статистика: практикум / под ред. В. Н. Салина, Е. П. Шпаковской. – М. : Финансы и статистика, 2012. – 192 с.

375. Самбур Г. Т. Почвы солонцового типа Украины, их происхождение, свойства и методы улучшения / Г. Т. Самбур. – К., 1973. – 48 с.

376. Свисюк И. В. Погода, климат, почва, удобрения и урожай / И. В. Свисюк. – Ростов–на–Дону : Литера–Д, 2005. – 220 с.

377. Сейтказиев А. С. Экологическая оценка мелиоративного режима засоленных почв орошаемых геосистем / А. С. Сейтказиев, Ю. И. Винокуров, Л. А. Альжанова // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 1 (20). –

С. 100–102.

378. Семенова І. Г. Моделювання врожайності ярого ячменю в Україні з використанням супутникових вегетаційних індексів // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2015. – Вип. 267. – С. 96–101.

379. Серебряков В. В. Основи екології / В. В. Серебряков. – К. : Знання–Прес, 2001. – С. 147–151.

380. Сиденко А. В. Статистика: учебник / А. В. Сиденко, Г. Ю. Попов, В. М. Матвеева. – М. : Изд-во «Дело и сервис», 2009. – 464 с.

381. Сидоренко О. І. Еколого–агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель: практикум / О. І. Сидоренко, В. В. Бабанін, О. В. Морозов. – Херсон : Колос, 2013. – 152 с.

382. Силва Ж. Г. Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство / Ж. Г. Силва, К. Ф. Нвазе, Э. Казин // ФАО ООН. – Рим, 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа. – <http://www.fao.org/3/a-i4951r.pdf>.

383. Сівозміни у землеробстві України ; за ред. В. Ф. Сайка, П. І. Бойка. – К. : Аграрна наука, 2002. – 146 с.

384. Скорупський Б. В. Застосування агрометеорологічної моделі урожайності для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур в Україні / Б. В. Скорупський // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 381–388.

385. Снеговой В. С. Орошение: от древнего искусства до современной науки / В. С. Снеговой, А. О. Гаврилица. – Кишинев : Штипнца, 1989. – 135 с.

386. Снопич Ю. Ф. Интенсификация технологий и совершенствование средств орошения дождеванием / Ю. Ф. Снопич // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2011. – № 3(23). – С. 52–54.

387. Сніговий В. Зрошення земель на Херсонщині: еколого–економічний стан, тенденції та перспективи розвитку / В. Сніговий, Г. Жуйков, О. Димов, О. Сафонова // Водне господарство України. – 2001. – № 1–2. – С. 12–17.

388. Сніговий В. С. Економічні важелі еколого–безпечного ведення землеробства на зрошуваних землях Південного Степу / В. С. Сніговий, Г. Є. Жуйков, О. М. Димов // Агроєкологічний журнал. – К., 2003. – С. 32–37.

389. Собко А. А. Роль оптимизации агромелиоративных факторов в повышении эффективности орошаемого земледелия / А. А. Собко // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 3. – С. 61–66.

390. Собко А. А. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия / А. А. Собко. – К. : Знання, 1985. – 16 с.

391. Соколова А. Н. Электронная коммерция: мировой и российский опыт / А. Н. Соколова, Н. И. Геращенко. – М. : Открытые Системы, 2000. – 224 с.

392. Соколовский А. Н. Плодородие почв / А. Н. Соколовский // Сельскохозяйственное почвоведение. – М. : Сельхозгиз, 1956. – С. 288–329.

393. Солдак А. Г. Гидро–геолого–мелиоративные условия Степной зоны УССР / А. Г. Солдак. – К. : Вища школа, 1979. – 192 с.

394. Сохранить и приумножить на практике «кукуруза – рис – пшеница». Практическое руководство по устойчивому производству зерновых // ФАО ООН. – Рим, 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа. – <http://www.fao.org/3/a-i5318r.pdf>.

395. Способы регулирования фитоклимата орошаемого поля / М. Ю. Храбров, В. К. Губин, Н. Г. Колесова, Л. В. Кудрявцева // Комплексная мелиорация – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных земель: материалы юбилейной Международной научной конференции. – М. : Изд. ВНИИА, 2014. – С. 181–188.

396. Справочник агрогидрологических свойств почв Украинской ССР / под ред. А. А. Мороз. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1965. – 550 с.

397. Справочник по орошаемому земледелию / под ред. В. И. Остапова. – 2–е изд., перераб. и доп. – К. : Урожай, 1989. – 256 с.

398. Справочник по прогнозированию и программированию урожаев на юге Украины / Лымарь А. О., Лысогоров С. Д., Дмитренко В. П. и др. – Одесса : Маяк, 1987. – 176 с.

399. Станков Н. З. Корневая система полевых культур / Н. З. Станков. – М. : Колос, 1964. – 379 с.

400. Сташук В. А. Основи формування державної політики у сфері меліорації земель / В. А. Сташук, П. І. Коваленко, М. І. Ромащенко,

Ю. О. Михайлов, С. А. Балюк. – К., 2009. – 20 с.

401. Стома Г. В. Динамика почвенных процессов, в орошаемых черноземах при вегетационных поливах с использованием различной поливной техники : автореф. дис. канд. биолог. наук / Г. В. Стома. – М., 1980. – 21 с.

402. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України / за наук. ред. С. А. Балюка, В. В. Медведєва. – К. : Аграр. наука, 2012. – 240 с.

403. Сухарев Ю. И. Обоснование водных мелиораций агроландшафтов (на примере Московской области) : автореф. дисс... докт. тех наук: 06.01.02 / Ю. И. Сухарев. – М. : Московский государственный университет природообустройства, 2010. – 46 с.

404. Сухарев Ю. И. Потребность в водных мелиорациях в зависимости от тепло- и влагообеспеченности территории (на примере Московской области) / Ю. И. Сухарев // Мелиорация и водное хозяйство: теорет. и науч.-практ. журн.– М., 2008 – № 2. – С. 25–29.

405. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення / за ред. П. І. Коваленка. – К. : Аграрна наука, 2001. – 215 с.

406. Тараріко Ю. О. Вплив органічних і мінеральних добрив на еколого-енергетичний стан ґрунтів / Ю. О. Тараріко, О. В. Шерстобоева, Л. М. Токмакова // Вісн. аграр. науки. – 2001. – №2. – С. 55 – 60.

407. Тараріко Ю. О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України / Ю. О. Тараріко // Рекомендації на прикладі Степу і Лісостепу. – К. : ДІА, 2011. – 576 с.

408. Тараріко Ю. О. Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика / Ю. О. Тараріко. – К. : Аграрна наука, 2005. – 508 с.

409. 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.

410. 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. – К. : Аграрна наука, 2010. – С. 282–294.

411. Тимирязьев К. А. Жизнь растений / К. А. Тимирязьев. – М. : Изд. АН СРСР, 1962. – 290 с.

412. Тимофеева Т. В. Финансовая статистика: учеб. пособие / Т. В. Тимофеева, А. А. Снатенков, Е. Р. Мендыбаева ; под ред. Т. В. Тимофеевой. – М. : Финансы и статистика, 2008. – 480 с.: ил.

413. Тимчук В. М. Розробка методичних підходів забезпечення інноваційних напрямів в АПВ / В. М. Тимчук, О. С. Сало // Інформація, аналіз, прогноз–стратегічні важелі ефективного державного управління : матер. VI міжн. наук.–практ. конф. – К. : УкрІНТЕІ, 2008. – Ч. 2 – С. 155–159.

414. Тимчук В. М. Моніторинг ринку об'єктів права інтелектуальної власності в галузі рослинництва / В. М. Тимчук // Вісник аграрної науки. – 2007. – №10. – С. 30–32.

415. Тимчук В. М. Формування економічних ресурсів при трансформації наукового процесу на інноваційних засадах / В. М. Тимчук // Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області : науково–виробничий журнал. – Х. : Магда Ltd, 2009. – Вип. № 6. – С. 4–11.

416. Тихоненко Д. Г. Ґрунтознавство: підручник / Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, М. І. Лактіонов та ін.; за ред. Д. Г. Тихоненко. – К. : Вища освіта, 2005. – 703 с.

417. Тищенко А. П. Управление режимами орошения сельскохозяйственных культур по инструментальному методу : монографія / А. П. Тищенко. – Симферополь: Таврия, 2003. – 240 с.

418. Тонконогов В. Д. О классификации антропогенно–преобразованных почв / В. Д. Тонконогов, Л. Л. Шишов // Почвоведение. – 1994. – № 7. – С. 52–66.

419. Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посева / Х. Г. Тооминг. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.

420. Третяк А. М. Земельні ресурси України та їх використання / А. М. Третяк, Д. І. Бобміндра. – К., 2003. – 144 с.

421. Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування / Б. С. Носко, В. Ф. Сайко, Г. Р. Пікуш та ін. / за ред. А. Я. Буки, Г. Г. Дуди. – К. : Урожай, 1990. – 208 с.; іл.

422. Указ Президента України «Про заходи щодо розвитку зрошуваного землеробства в Україні» (№ 586 від 10.03.06). – 2006.

423. Укрупненные нормы водопотребности для орошения по природно–климатическим зонам СССР / [А. В. Шматковский, Д. Б. Циприс, Л. Я. Смирнова, П. К. Айсомайтис и др.]. – М. : Союзгипроводхоз, 1984. – С. 55–61.

424. Управління водними і земельними ресурсами на базі ГІС–технологій: навч. посібник / В. В. Морозов, П. П. Надточій, Т. М. Мислива та ін. / за ред. проф. В. В. Морозова. – Херсон : Вид–во. ХДУ, 2007. – 287 с.

425. Управління еколого–безпечними, водозберігаючими та економічно обґрунтованими режимами зрошення у різних еколого–агромеліоративних умовах Південного Степу України / За наук. ред. член–кор. НААНУ, д.т.н., В. А. Сташука. – Херсон : Грінь Д.С., 2011. – 172 с.

426. Ушкаренко В. А. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта / В. А. Ушкаренко, О. Я. Скрипников. – К., Одесса : Вища школа, 1988. – 120 с.

427. Ушкаренко В. О. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України / В. О. Ушкаренко, І. І. Андрусенко, Ю. В. Пилипенко // Таврійський науковий вісник. – 2005. – Вип. 38. – С. 168–175.

428. Ушкаренко В. О. Зрошуване землеробство / В. О. Ушкаренко. – К. : Урожай, 1994. – 328 с.

429. Ушкаренко В. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / В. О. Ушкаренко, П. Н. Лазер, А. І. Остапенко, І. О. Бойко. – Херсон : Колос, 1997. – 21 с.

430. Филипьев И. Д. Система удобрений / И. Д. Филипьев // Справочник по орошаемому земледелию. – К. : Урожай, 1984. – С. 24–35.

431. Філіпенко Л. А. Адаптація планів водокористування до змін кліматичних умов у зоні зрошення України / Л. А. Філіпенко, О. І. Жовтоног, Т. Ф. Деменкова // Водне господарство України. – 2010. – № 4. – С. 23–29.

432. Формування енергогенеруючих біоорганічних агроєкосистем. Науково–технологічне забезпечення аграрного виробництва (Північно–Центральний Степ України) ; за ред. Ю. Тараріко. – К. : ДІА, 2008. – 152 с.

433. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур : навчальний посібник ; за ред. академіка УААН В. О. Ушкаренка [2-е вид., перероб. і доп.] / О. В. Харченко. – Суми: Університетська книга, 2003. – 296 с.

434. Цюрупа И. Г. Научные основы и опыт мелиорации солонцов / И. Г. Цюрупа, И. Н. Любимова // Почвоведение и агрохимия. – 1983. – Вып. 7. – С. 59–53.

435. Чумак В. С. Продуктивність сівозмін у північному Степу / В. С. Чумак, О. І. Циліорик // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. – К., 2004. – № 1. – С. 34–38.

436. Шарп У. Инвестиции: пер. с англ / Шарп У., Алесандер Г., Бэйли Дж. – М. : ИНФРА–М, 2008. – 1028 с.

437. Шелтон А. Роль біотехнології у рослинництві для світової системи продовольчого забезпечення / А. Шелтон // Пропозиція. – 2004. – № 1. – С. 70–74.

438. Шевченко О. Л. Еколого–геологічні проблеми регіонів землеробства / О. Л. Шевченко // Екогеологія України: навчальний посібник. – К. : Київський університет, 2011. – С. 267–287.

439. Шершньова З. Є. Стратегічне управління : [підручник – 2-ге вид., перероб. і допов.] / Шершньова З. Є. – К. : КНЕУ, 2004. – 699 с.

440. Шикула М. К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / М. К. Шикула. – К. : Оранта, 1998. – 662 с.

441. Шикула Н. К. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия / Н. К. Шикула, Г. В. Назаренко. – М. : Агропромиздат, 1991. – 320 с.

442. Шищенко П. Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании / П. Г. Шищенко. – К. : Фитосоцицентр, 1999. – 284 с.

443. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / за ред. Б. С. Носка. – К. : Аграрна наука, 1999. – 112 с.

444. Шпак И. С. О методике определения задержания

сельскохозяйственными растениями при дождевании / И. С. Шпак, И. Ф. Штангей, А. И. Штангей. – «Почвоведение», 1974. – №1. – С. 84–89.

445. Шпичак О. М. Економічні проблеми на ринку зерна України / О. М. Шпичак // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 10. – С. 5–10.

446. Штейнгольц Н. И. Виды и уровни воздействия оросительных мелиораций на природные территориальные комплексы / Н. И. Штейнгольц, Ю. А. Шевченко / Оросительные мелиорации – их развитие, эффективность и проблемы. – Херсон : ХСХИ, 1993. – С. 89–92.

447. Штойко Д. А. Розрахункові методи визначення сумарного випаровування і строків поливу с.-г. культур / Д. А. Штойко, В. А. Писаренко, О. С. Бичко, Л. І. Єлаженко // Зрошувальне землеробство. – 1977. – С. 3–8.

448. Шумаков Б. Б. Оптимальное управление – непременное условие эффективности и экологической безопасности в орошаемом земледелии / Б. Б. Шумаков, В. П. Остапчик // Вест. с.-х. науки. – 1990. – № 8. – С. 92–99.

449. 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.

450. Юркевич Є. О. Агробіологічні основи сівозмін Степу України: монографія / Є. О. Юркевич, Н. П. Коваленко, А. В. Бакума. – Одеса : ВМВ, 2011. – 237 с.

451. Юркова Ю. Е. Перспективы развития капельного орошения / Ю. Е. Юркова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2007. – № 3(7). – С. 43–45.

452. Юрченко И. Ф. Информационные технологии обоснования мелиораций : автореферат дисс... д-ра техн. наук : 06.01.02. / НИИ гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костякова / И. Ф. Юрченко. – 1995. – 64 с.

453. Яковлев В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel: учеб. пособие / В. Б. Яковлев. – М. : Колос, 2012. – 352 с.

454. Ясониди О. Е. Водосбережение при орошении / О. Е. Ясониди. – Новочеркасск, 2004. – 473 с.

455. Ясониди О. Е. Капельное орошение : монография / О. Е. Ясониди /

НГМА. – Новочеркасск : Лик, 2011. – 322 с.

456. Яцик А. В. Вода України : проблеми, перспективи / А. В. Яцик // Водне господарство України. – 1996. – № 2. – С. 3–8.

457. Adger N. 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) / N. Adger, A. Wreford, M. Hulme // Tyndall Centre for Climate Change Research. – 2003. – Technical Report №7. – 20 p.

458. Asfaw S. Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research / S. Asfaw, G. Maggio // Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2016. – 20 p.

459. Bell S. DPSIR a problem structuring method? An exploration from the “Imagine” approach / S. Bell // European Journal of Operation Research. – 2012. – Vol. 222, № 2. – P. 350–360.

460. Bell S. Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable / S. Bell, S. Morse. – Earthscan, London. – 1999. – P. 407–412.

461. Blake G.R. Methods of Soil Analysis / G.R. Blake, C.A. Black, ed. // American Society of Agronomy, Madison, Wisc. – 1965. Particle density. – Part I, Agronomy. – P. 371–373.

462. Carr E. Applying DPSIR to sustainable development. / E. Carr, P. Wingard, S. Yorty, M. Thompson, N. Jensen, J. Roberson // Sustain, Dev. World Ecol. – 2007. – № 12. – P. 543–555.

463. Cavana R.Y. Integrating critical thinking and systems thinking: from premises to causal loops / R.Y. Cavana, E.D. Mares // System Dynamics Review. – 2004. – № 20. – P. 223–235.

464. CROPWAT 8.0 for Windows [Електронний ресурс]. Режим доступу http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html.

465. Crouse R. P. Methods of Measuring and Analyzing Rainfall Interception by Grass. / R.P. Crouse // Bull, Intern. Assoc. Sci.Hydrol. – 1966. – Vol. 2. № 2. P. 110–121.

466. Dąbrowska–Zielińska K. Monitoring of agricultural drought in Poland using data derived from environmental satellite images / Dąbrowska–Zielińska K.,

Ciołkosz A., Malińska A., Bartold M. // *Geoinformation Issues*. – 2011. – Vol. 3, № 1 (3). – P. 87–97.

467. Didenko N.O. Problems analysis of anthropogenic impact on soil condition of the Southern Steppe of Ukraine. / N.O. Didenko // *Research Bulletin SWorld Modern scientific research and their practical application*. – 2013. – J21309. – P. 101–106. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/e-journal/2227-6920/j213/20949-j21309>.

468. Dmytrenko V. P. Fruitfulness of Climate is the Basis of the General Concept of Agrometeorological Adaption Strategies to Climate Variability and Climate Change / V. P. Dmytrenko // *Contributions from Members on Operational Applications in Agrometeorology and from Discussants of the Papers Presented at the International Workshop: «Agrometeorology in the 21 st Century Needs and Perspectives»*. Commission for Agricultural Meteorology. CAgM Report No. 77b. – WMO/TD No. 1029. Geneva, Switzerland, May 2001. – P. 43–45.

469. Drought-resistant soils optimization of soil moisture for sustainable plant production // SALES AND MARKETING GROUP FAO UN. – Rome, Italy. – 2007. – 96 p.

470. 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.

471. 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. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript237.pdf>.

472. European Environmental Agency (EEA). The DPSIR framework used by the EEA. – accessed on 1 April 2014. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://glossary.eea.europa.eu/terminology/sitesearch?term=DPSIR>.

473. FAO. 2015. FAOSTAT. Online statistical database: Production. – [Електронний ресурс]. Режим доступу. – <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.

474. Fischer R. A. Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? / R. A. Fischer, D. Byerlee, G. O. Edmeades // Australian Centre for International Agricultural Research. – 2014. – No. 158. – P. 52–59.

475. Gathala M. K. Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice–maize systems / Gathala M. K., Timsina J., Islam Md. S. et cetera // Evidence from Bangladesh // Field Crops Research. – 2014. – P. 85–98.

476. Giupponi C. From the DPSIR reporting framework to a system for a dynamic and integrated decision making process / C. Giupponi // MULINO Conference on European Policy and Tools for Sustainable Water Management. – Venice. – 2002.

477. Graedel T. E. Atmosphere, Climate and Change / T. E. Graedel, P. J. Crutzen. – New York: W.H. Freeman, 1995. – 208 p.

478. Greene R. Soil and Aquifer Salinization / R. Greene, W. Timms, P. Rengasamy, M. Arshad, R. Cresswell // Toward an Integrated Approach for Salinity Management of Groundwater, 2008. [Электронный ресурс]. Режим доступа. – <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-23576>.

479. Gregory Amanda. A problem structuring method for ecosystem–based management: the DPSIR modeling process / Amanda Gregory et. al. // European Journal of Operation Research. – Vol. 227. № 2. – 2013. – P. 558–569.

480. Hodgson S. Legislation on water user's organizations / Stephen Hodgson // A comparative analysis for the Development Law Service FAO Legal Office. – 2003. – Rome. – P. 109.

481. Irrigation and food security [Электронный ресурс]. Режим доступа. – <http://www.fao.org/focus/e/spec1pr/SPro11-e.htm>.

482. Karlen D. L. The soil quality concept: a tool for evaluating sustainability / D. L. Karlen, S. S. Andrews // Danish Ins. Agr. Sciences Report. – 2000. – №38. – P. 15 – 26.

483. Kim D. H. Toolbox: Guidelines for Drawing Causal Loop Diagrams / D. H. Kim // The Systems Thinker. – 1992. – Vol. 3 – No. 1. – P. 5–6.

484. Konuma H. Climate–Smart Agriculture: A call for action / H. Konuma// FAO. Synthesis of the Asia–Pacific Regional Workshop. – Bangkok, Thailand, 2015. – 120 p.

485. Lowery B. Soil water parameters and soil quality / B. Lowery, W. Hickey, M. Arshad, R. Lal // Methods for assessing soil quality. – Madison, 1996. – 143 p.

486. Manual on integrated soil management and conservation practices // FAO Land and Water Bulletin. – Rome, Italy. – 2000. Vol. 8. – 228 p.

487. Marilyn M. Exploring SWOT analysis – where are we now?: A review of academic research from the last decade / M. Marilyn Helms, Nixon Judy // Journal of Strategy and Management. – 2010. – Vol. 3 – Iss: 3. – P. 215–251.

488. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options / N. McCarthy // Integrated Surveys on Agriculture. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. – 2011. – P. 42–47.

489. Medvedev V. V. Soil of the Ukraine. Genesis and Agronomical Characteristic / V. V. Medvedev, T. M. Laktionova, O. P. Kanash. – Kharkiv, 2003.– 68 p.

490. Morse S. Sustainable Development / S. Morse, N. McNamara, M. Acholo, B. Okwoli. – 2000. – Vol. 9. – P. 1–15.

491. Nicolas H. Stern. The economics of climate change: the Stern review / Nicolas H. – Great Britain: Treasury. – 2008. – 657 p.

492. Online service for optimum irrigation. [Электронный ресурс]. Режим доступа. – http://www.metos.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=74&Itemid=74.

493. Randall D. A. Climate Models and Their Evaluation / D. A. Randall, R. A. Wood, S. Bony et al. // 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.

494. Renault D. Multiple uses of water services in large irrigation systems. Auditing and planning modernization The MASSMUS Approach / D. Renault, R.

Wahaj, S. Smits // FAO Irrigation and drainage paper 67. – Rome, 2013. – 203 p.

495. Richard G. Allen. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements / Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith // FAO Irrigation and Drainage Paper. – 1998. – № 56. – 300 p.

496. Richardson G. P. Problems in causal loop diagrams revisited. System Dynamics Review / G. P. Richardson. – 1997. – Vol. 13. – P. 247–252.

497. Robinson R. How to conduct a SWOT analysis, ABARIS Consulting Ins., viewed 8 July 2006. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – <http://www.charityvillage.com/cv/research/rstrat19.html>.

498. Sadras V. O. Yield gap analysis of field crops. Methods and case studies / Sadras V. O., Cassman K. G. G., Grassini P. and etc // FAO Water Reports. Rome, Italy. – 2015. – No. 41. – 82 p.

499. Semenova I. G. Regional atmospheric blocking in the drought periods in Ukraine / I. G. Semenova // Journal of Earth Science and Engineering. – 2013. – V. 3 (5). – P. 341–348.

500. Sheldrick B. H. Analytical Methods Manual / Sheldrick B. H. // Land Resource Research Institute. – Editor. Canada, Agri–Food, 1984. – P. 30/1–30/3. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – <http://sis.agr.gc.ca/cansis/publications/manuals/analytical.html>.

501. Sheludko O. D. efficiency of the protectant Celest top 312.5 fs in irrigated winter wheat treatment against cereal flies in various sowing periods / O. D. Sheludko, O. E. Markovska, I. M. Biliayeva, M. O. Kaminska // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 63. – С. 32–34.

502. Soil Atlas of Europe, European Soil Bureau Network, European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, L–2995 Luxemburg. – 2005. – 128 p.

503. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. / J. Sterman. – New York Irwin / McGraw–Hill. – 2000. P. 122–127.

504. Thrift N. The Capitalization of Almost Everything: The Future of Finance

and Capitalism / Niger Thrift, Andrew Leyshon // Theory, Cultural & Society. – 2007. – Vol. 24, №7–8. – P. 97 – 115.

505. Wagner W. A Method for Estimating Soil Moisture from ERS Scatterometer and Soil Data / W. Wagner, G. Lemoine, H. Rott // Remote Sens. Environ. – 1999. – Vol. 70. – P. 191–207.

506. Warkentin B.P. The changing concept of soil quality / B.P. Warkentin // Journal of Soil and Water Conservation. – 1995. – №3. – P. 226–228.

507. Water as an economic good in irrigated agriculture: Theory and practice / H. J. Hellegers, C. J. Perry // The Hague, Agricultural Economics Research Institute (LEI), 2004. – Report 3.04.12; ISBN 90–5242. – P. 152–155.

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії та навчальні посібники

1. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях: монографія / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва та ін. ; за ред. Р.А. Вожегової. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 286 с. *(Удосконалення методик з встановлення математичних зв'язків між продуктивністю сільськогосподарських культур зрошуваних сівозмін та погодними умовами).*
2. Наукові основи планування та управління режимами зрошення сільськогосподарських культур в умовах півдня України : навчальний посібник / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва та ін. – Херсон: Айлант, 2014. – 158 с. *(Наукове обґрунтування режимів зрошення, методологічні основи застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення).*
3. Наукове обґрунтування та практична реалізація режимів зрошення сільськогосподарських культур з врахуванням природних та господарсько-економічних чинників : монографія / Р.А. Вожегова, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 232 с. *(Розробка методологічних основ застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення, формування баз даних та розробка моделей продуктивності).*
4. Агроекологічна стандартизація та нормування витрат ресурсів у зрошуваному землеробстві: монографія / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 220 с. *(Кореляційно-регресійні залежності урожайності с.-г. культур зрошуваних сівозмін на фоні змін витрат поливної води та мінеральних добрив).*
5. Математичні моделі формування урожаю польових культур за зрошення / Коковіхін С.В., Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Писаренко П.В., Біляєва І.М. // Інтегроване управління водними і земельними ресурсами на меліорованих територіях : монографія. – К.: Аграрна наука, 2016. – С. 521-533

(Формування баз даних продуктивності с.-г. культур зрошуваних сівозмін залежно від зрошувальних норм, фону мінерального живлення, норм висіву).

6. Інноваційні технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня України: монографія / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 734 с. *(Формування баз даних продуктивності кукурудзи залежно від гібридного складу, зрошувальних норм, фону мінерального живлення, густоти стояння рослин).*

7. Наукове обґрунтування інноваційних технологій вирощування пшениці озимої в умовах півдня України: монографія / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 549 с. *(Формування баз даних продуктивності пшениці озимої залежно від сортового складу, зрошувальних норм, фону мінерального живлення, норм висіву).*

8. Вожегова Р.А. Продуктивність сівозміни // Наукові засади розвитку аграрного сектору економіки південного регіону України: монографія / Вожегова Р.А., Марковська О.Є., Біляєва І.М. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. – 94-98 с. *(Обчислення продуктивності зрошуваних сівозмін з використанням агрометеорологічних моделей та інформаційних засобів).*

Статті у фахових виданнях України

9. Орлюк А.П. Нові сорти озимої пшениці для комплексного використання у зерновиробництві / А.П. Орлюк, К.В. Гончарова, Г.Г. Базалій, І.М. Біляєва, Л.О. Усик // Зрошуване землеробство: Збірник наукових праць. - Херсон: Олді-Плюс, 2010. – Вип. 53. – С. 68-73 *(Проведення польових дослідів, узагальнення експериментальних даних з продуктивності сортів пшениці озимої за вирощування на зрошуваних землях).*

10. Вожегова Р.А. Науково-практичні аспекти оптимізації штучного зволоження в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, П.В. Писаренко, І.М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2013. – Вип. 60. – С.

3-5 (*Методологічні основи оптимізації режимів зрошення, вирішення проблем низької економічної ефективності штучного зволоження, розробка еколого-безпечних заходів господарювання на поливних землях*).

11. Димов О.М. Інтелектуальна власність в інноваційному розвитку України / О.М. Димов, І.М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2014. – Вип. 61. – С. 151-155 (*Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництва сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

12. Вожегова Р.А. Наукове обґрунтування режимів зрошення з врахуванням біологічних потреб рослин та технологічних параметрів зрошувальних систем / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Біляєва І.М. // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2014. – Вип. 62. – С. 36-39 (*Розробка методологічних основи застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення, формування баз даних та розробка моделей продуктивності*).

13. Біляєва І.М. Перспективи використання інформаційних засобів для оптимізації режимів зрошення на рівні господарства, сівозміни та поля / І.М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 93. – С. 18-23.

14. Sheludko O.D. Efficiency of the plants protection on irrigated winter wheat treatment against cereal flies in various sowing periods / O.D. Sheludko, O.E. Markovska, I.M. Biliayeva, M.O. Kaminska // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 63. – С. 32-34 (*Проведення польових дослідів з сортами пшениці озимої, обробка експериментальних даних, формулювання висновків*).

15. Біляєва І.М. Наукове обґрунтування та практичне використання агрометеорологічних методів прогнозування врожайності польових культур в умовах зрошення / І.М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 94 – С. 8-15.

16. Вожегова Р.А. Перспективи використання інформаційних систем для агрометеорологічного забезпечення зрошуваного землеробства в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – Вип. 64. – С. 5-8 (*Формування баз даних метеорологічних показників, розробка моделей змін клімату для умов півдня України*).

17. Вожегова Р.А. Актуальні проблеми та перспективні напрями розвитку зрошення в Україні та світі в умовах змін клімату / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 95 – С. 40-46 (*Методологічні основи застосування інформаційних технологій для планування та оперативного управління режимами зрошення, формування баз даних та розробка моделей продуктивності*).

18. Вожегова Р.А. Наукове обґрунтування заходів оптимізації використання поливної води з врахуванням структури посівних площ в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва // Агроекологічний журнал. – К.: Дія, 2016. – № 3. – С. 21-25 (*Формування баз даних продуктивності рослин залежно від режимів зрошення та фону мінерального живлення*).

19. Вожегова Р.А. Наукове обґрунтування напрямів впровадження інноваційних технологій у зрошуване землеробство півдня України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 65. – С. 29-32 (*Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

20. Вожегова Р.А. Інноваційні напрями розвитку зрошуваних меліорацій в умовах Південного Степу України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 96. – С. 31-40 (*Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

21. Вожегова Р.А. Моделювання впливу сонячної радіації на

продуктивність сільськогосподарських культур в умовах зрошення півдня України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 66. – С. 14-18 (*Формування баз показників сонячної радіації у роки проведення досліджень, встановлення залежності між кліматичними та агротехнічними показниками*).

22. Вожегова Р.А. Еколого-меліоративні аспекти підвищення родючості та продуктивності зрошуваних ґрунтів в умовах Південного Степу України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 97. – С. 22-30 (*Проведення польових і лабораторних досліджень, обробка експериментальних даних, узагальнення результатів моделювання*).

23. Вожегова Р.А. Адаптування систем зрошуваного землеробства до локальних та регіональних умов Південного Степу України та глобальних змін клімату / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 98. – С. 23-28 (*Формування баз даних метеорологічних показників, розробка моделей змін клімату для умов півдня України*).

24. Vozhehova R.A. Environmental, economic and energy efficiency of soil tillage systems in crop rotation under irrigation / R.A. Vozhehova, M.P. Maliarchuk, O.Y. Markovska, I.M. Biliayeva // Зрошуване землеробство: збірник наукових праць. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 67. – С. 12-15.

25. Біляєва І.М. Якісне насіння – запорука високих врожаїв / І.М. Біляєва, В.В. Клубук // Карантин і захист рослин. – 2017. – № 4-6. – С. 28.

26. Вожегова Р.А. Агрофізичні властивості темно-каштанового ґрунту за різних систем основного обробітку та удобрення на зрошуваних землях / Р.А. Вожегова, М.П. Малярчук, І.М. Біляєва, О.Є. Марковська // Вісник аграрної науки. – 2017. – № 8. – С. 64-70.

27. Митрофанов О. АгроОлімп «Зрошення»: Агротехнологічний регламент вирощування сільськогосподарських культур в 4-пільній сівозміні

на зрошенні / О. Митрофанов, В. Малярчук, П. Писаренко, І. Біляєва // Техніка і технології АПК. – 2017. – № 8 (95). – С. 19-22.

Статті у закордонних фахових виданнях та у виданнях, занесених до міжнародних наукометричних баз

28. Вожегова Р.А. Оптимизация структуры посевных площадей и моделирование севооборотов с учетом локальных параметров орошаемых и неполивных земель в условиях юга Украины / Р.А. Вожегова, И.Н. Беляева, С.В. Коковихин / Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, 2017. – Вып. 2(66).– С. 183-190 (*Наукове обґрунтування структури посівних площ і сівозмін господарств зони зрошення півдня України, моделювання показників вмісту гумусу на полях сівозмін*).

29. Vozhegova R.A. Scientific and practical substantiation of models in crop rotation on irrigated and unirrigated lands in Southern Ukraine / R.A. Vozhegova, I.M. Bilyaeva, A.N. Kerimov, S.V. Kokovikhin // The collection of sciences works of Azerbaijan Hydrotechnic and Melioration Scientific Production Union on 2016.– Baku: Science, 2016. – Vol. XXXVI. – P. 157-164 (*Наукове обґрунтування структури посівних площ і сівозмін господарств, узагальнення результатів моделювання вмісту гумусу в ґрунті, формулювання висновків*).

30. Вожегова Р.А. Агрометеорологическое обоснование режимов орошения сельскохозяйственных культур / Вожегова Р.А., Беляева И.Н., Коковихин С.В. // Научно-практический журнал «Пути повышения эффективности орошаемого земледелия». – Новочеркасск, 2017. – Вып. 1(65).– С. 187-191 (*Формування баз даних метеорологічних показників, розробка моделей змін клімату для умов півдня України*).

31. Вожегова Р.А. Моделювання та агро меліоративне обґрунтування сівозмін на неполивних і зрошуваних землях Південного Степу України / Р.А. Вожегова, І.М. Біляєва, С.В. Коковіхін // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. - Запоріжжя : ІОК НААН, 2016. – Вип. 23. –

С. 110-120 (*Формування баз даних метеорологічних показників, встановлення залежностей продуктивності зрошення для умов півдня України*).

32. Коковіхін С.В. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи залежно від способів поливу та захисту рослин в умовах півдня України / С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва // Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агронімія. – 2017. – Вип. 237. – С. 9-12. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Agronomija/article/view/7816> (*Проведення польових дослідів з гібридами кукурудзи, узагальнення даних, формулювання висновків*).

Тези доповідей на наукових конференціях, статті в інших виданнях

33. Вожегова Р.А. Інноваційні напрями розвитку зрошеного землеробства в умовах півдня України / Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва, О.О. Пілярська // Зрошене землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць. - Херсон: Айлант, 2013. – Вип. 60. – С. 14-16.

34. Коковіхін С.В. Проблеми інноваційного розвитку зрошеного землеробства в умовах півдня України / С.В. Коковіхін, І.М. Біляєва, В.Г. Пілярський // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих вчених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні» присвяченій 130-річчю появи сільськогосподарської дослідної справи як організації та створення Полтавського дослідного поля (22 травня 2014 р.). – К.: Корзун, 2014 р. – С. 259.

35. База даних об'єктів права інтелектуальної власності, створених в Інституті зрошеного землеробства НААН для трансферу їх агропромислового виробництва / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярчук М.П., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Айлант, 2015. – 33 с.

36. Коковихин С.В. Фотосинтетические показатели растений кукурузы в зависимости от различных условий выращивания / С.В. Коковихин,

В.Г. Пилярский, П.В. Писаренко, И.Н. Беляева, Е.А. Пилярская // Борьба с засухой и урожай: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения К.Г. Шульмейстера (15 мая 2015 г.). – Волгоград, 2015. – С. 283-288.

37. Біляєва І.М. Індексний аналіз теплоенергетичних чинників та продуктивності зрошення за різних схем технологічного процесу / І.М. Біляєва // Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах : Міжнар. конф., тези доп. : Присвячена 110 річчю від дня народження декана агрономічного факультету Ліпеса Веніаміна Ельєвича (10-11 червня 2016 р). – Херсон : РВЦ «Колос», 2016. - С. 77-78.

38. Біляєва І.М. Науково-методологічні підходи моделювання динаміки вмісту гумусу та органічних речовин в зрошуваних ґрунтах Південного Степу України / І.М. Біляєва // Sophus Scientific Club. – 2016. – Вип. 10. – С. 71-80. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – http://sophus.at.ua/publ/2016_10_kampodilsk/naukovo_metodologichni_pidkhodi_modeljuvannja_dinamiki_vmistu_gumusu_ta_organichnikh_rechovin_v_zroshuvanikh_runtakh_pivdenного_stepu_ukrajini.

39. Біляєва І.М. Моделювання показників рухомих форм мікроелементів в темно-каштанових ґрунтах Південного Степу України за тривалого зрошення / І.М. Біляєва // Збірник тез Міжнародної наукової Інтернет-конференції «Олійні культури. Тенденції та перспективи» (1 листопада 2016 р.). – Запоріжжя: ІОК НААН, 2016. – С. 77-79.

40. Біляєва І.М. Динаміка гідротермічних показників та моделювання продуктивності сільськогосподарських культур при вирощуванні на зрошуваних землях в умовах змін клімату / І.М. Біляєва // Sophus Scientific Club. – 2017. – Вип. 6. – С. 9-12. [Електронний ресурс]. Режим доступу. – http://sophus.at.ua/publ/2017_06_kampodilsk/dunamika_hydrotermichnukh_pokaznikov_ta_modelyvanna_produktyvnosti_silskogospodarskikh_kultur_pru_vuroshuvanni_na_zroshuvanikh_zemlakh_v_umovakh_zmin_klimatu.

41. Біляєва І.М. Наукове обґрунтування систем удобрення зрошуваних агрофітоценозів з моделюванням вмісту органічних та неорганічних сполук / І.М. Біляєва // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату», присвяченої Всесвітньому дню води (21 березня 2017 р.). – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. – С. 156-157.

42. Вожегова Р.А. Агроекологічне обґрунтування севооборотів на неполивних і зрошуваних землях Южної Степи України / Вожегова Р.А., Беляєва І.Н., Коковихін С.В. // Стратегічні напрями розвитку АПК країн СНГ: матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції, г. Барнаул, 27-28 лютого 2017 р. – Новосибірськ: СФНЦА РАН, 2017. – С. 235-237.

43. Кіріяк Ю.П. Дослідження змін температурного режиму за багаторічний період у Південно-Степовій зоні України та вивчення його впливу на продуктивність пшениці озимої / Ю.П. Кіріяк, А.М. Коваленко, І.М. Біляєва, М.І. Федорчук, С.В. Коковихін // Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – Вип. 97. – С. 53-59.

44. Біляєва І.М. Перспективи використання ГІС-технологій при вирощуванні сільськогосподарських культур на зрошуваних землях / І.М. Біляєва // Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 21 квітня 2017 р.) / НААН, МІП ім. В.М. Ремесла, М-во аграр. політики та прод. України, Укр. ін.-т експертизи сортів рослин, М-во освіти та науки України, БНАУ, НУБіП. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – С. 11.

45. Біляєва І.М. Динаміка гідротермічних показників та моделювання продуктивності сільськогосподарських культур при вирощуванні на зрошуваних землях в умовах змін клімату / І.М. Біляєва // Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату: Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної

конференції (м. Кам'янець-Подільський 15-16 червня 2017 р). – Тернопіль : Крок, 2017. – С. 9-12.

46. Біляєва І.М. Інноваційні напрями розвитку зрошеного землеробства в умовах півдня України / І.М. Біляєва // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин (7 червня 2017 р., м. Київ). – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017. – С. 173-176.

Методичні рекомендації

47. Методичні рекомендації з моделювання продуктивності сільськогосподарських культур на зрошуваних і неполивних землях півдня України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коковіхін С.В., Малярчук М.П., Писаренко П.В. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 45 с. *(Узагальнення результатів польових досліджень з різними с.-г. культурами за їх вирощування на зрошуваних землях).*

48. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування соняшнику в умовах Степу України / Вожегова Р.А., Коковіхін С.В., Нестерчук В.В., Біляєва І.М., Рудий О.Е. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 32 с. *(Узагальнення результатів польових досліджень з гібридами і сортами соняшнику за вирощування в неполивних і зрошуваних умовах).*

49. Науково-методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування кукурудзи на зрошуваних землях півдня України / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Біляєва І.М., Малярчук М.П. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 16 с. *(Узагальнення результатів польових досліджень Інституту зрошеного землеробства НААН з гібридами кукурудзи за вирощування на зрошуваних землях).*

50. Методичні рекомендації з планування та оперативного управління режимами зрошення в умовах півдня України / Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Писаренко П.В., Біляєва І.М. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 64 с. *(Наукове обґрунтування режимів зрошення, практичні рекомендації щодо*

застосування інформаційних технологій для планування та оперативного зрошенням).

51. Методичні рекомендації з трансферу інновацій в агровиробничі системи Південного Степу України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Малярчук М.П., Коковіхін С.В. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – 16 с. (*Формулювання практичних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

52. Вожегова Р.А. Широкий уніфікований класифікатор – довідник роду *Gossypium hirsutum* (L.). / Вожегова Р.А., Рябчун В.К., Боровик В.О., Біляєва І.М. та ін. // Класифікатор – довідник. – Херсон: Грінь Д.С., 2015. – 50 с.

53. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування пшениці озимої в умовах Південного Степу України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коковіхін С.В., Вожегов С.Г. та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 32 с. (*Узагальнення результатів польових досліджень Інституту зрошувального землеробства НААН з сортами пшениці озимої за вирощування на зрошуваних землях*).

54. Вожегова Р.А. Технологічні заходи підготовки та сівби озимих зернових культур під урожай 2017 року в посушливих умовах Південного Степу: науково-методичні рекомендації / Р.А. Вожегова, Ю.О. Лавриненко, І.М. Біляєва та ін. – Херсон: Грінь Д.С., 2017. – 38 с.

Патенти та авторські свідоцтва

55. Спосіб використання зрошуваних земель залежно від водозабезпечення в зоні дії основних зрошувальних систем України / Вожегова Р.А., Біляєва І.М. та ін. – № 102548; заявл. 16.07.2015; опубл. 10.11.2015, Бюл. № 7 (*Безпосередня участь у польових дослідках, узагальнення результатів досліджень, моделювання витрат поливної води, розробка заходів ресурсозбереження*).

56. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 70453. Монографія «Методика оцінки ефективності інвестицій в інноваційний

розвиток агарного сектору» / Вожегова Р.А., Грановська Л.М., Димов О.М. Бояркіна Л.В., Репілевський Е.В., Біляєва І.М, та ін. – дата реєстрації 15.02.2017 (*Розробка інноваційних підходів для впровадження у виробництво сучасних технологій вирощування с.-г. культур на зрошуваних землях*).

57. Спосіб оптимізації витрат води при виробництві зерна в короткоротаційній сівозміні на зрошенні / Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Біляєва І.М. та ін. – № 115727; заявл. 12.02.2017; опубл. 25.04.2017, Бюл. № 12 (*Формування баз даних продуктивності культур зрошуваних сівозмін, створення моделей врожайності та водозабезпеченості, узагальнення результатів досліджень*).





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ



СЕРТИФІКАТ

Біляєва Ірина Миколаївна

учасник Міжнародної науково-практичної конференції

“Стан і перспективи розробки та впровадження
ресурсощадних, енергозберігаючих технологій
вирощування сільськогосподарських культур”
22–23 листопада 2016 р.

Проректор з наукової роботи,
професор

Ю. І. Грицан



УКРАЇНА



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ

СВІДОЦТВО

про реєстрацію авторського права на твір

№ 70453

Монографія "Методика оцінки ефективності інвестицій в інноваційний розвиток аграрного сектору економіки"

(вид, назва службового твору)

Автор(и) Вожегова Раїса Анатоліївна, Грановська Людмила Миколаївна, Димов Олександр Миколайович, Бояркіна Любов Вадимівна, Репілевський Едуард Вікторович, Біляєва Ірина Миколаївна, Пілярський Валерій Геннадійович, Пілярська Олена Олександрівна

(повне ім'я, псевдонім (за наявності))

Авторські майнові права належать Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483

(повне ім'я фізичної та/або повне офіційне найменування юридичної особи, адреса)

Дата реєстрації 15.02.2017





Голова Державної служби інтелектуальної власності України
В.о. Голови А.А. Малиш





**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-agroprm@khoda.gov.ua, up-agro@ukr.net, код ЄДРПОУ 33824007

04.07.16 № 20-734/0/16/019.41

На № _____ від _____

В спеціалізовану Вчену Раду
з захисту дисертацій
на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

ДОВІДКА

**про результати впровадження Біляєвою І.М. наукових розробок
Інституту зрошуваного землеробства НААН у сільськогосподарське
виробництво Херсонської області**

Видана кандидату сільськогосподарських наук, старшому науковому співробітнику, завідувачу відділу науково-інноваційної діяльності, трансферу технологій та інтелектуальної власності Інституту зрошуваного землеробства НААН Біляєвій Ірині Миколаївні в тому, що основні положення її дисертаційної роботи: **«Теоретичні основи та агроекологічне обґрунтування заходів підвищення продуктивності зрошуваних земель в умовах Півдня 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 запропонованих плодозмінних, зернопросапних та просапних сівозмін відповідно до виробничої спеціалізації господарств, органо-мінеральних систем удобрення та інтегрованого захисту рослин від шкідливих організмів.

Враховуючи потенціал селекційно-обумовленої продуктивності сортів пшениці озимої, люцерни, сої, томатів та гібридів кукурудзи, створених в Інституті зрошуваного землеробства НААН, І.М. Біляєвою запропоновано програмне забезпечення технологій їх вирощування з урахуванням прогнозованих гідротермічних умов вегетаційного періоду, основних показників родючості ґрунтів, гідромодуля зрошувальних систем і їх дільниць та меліоративного стану прилеглих територій.

Узагальнені Біляєвою І.М. і рекомендовані до широкого виробничого впровадження завершені високопродуктивні інноваційні наукові розробки вчених Інституту зрошуваного землеробства НААН сприяють стабілізації

ведення землеробства на зрошуваних землях, збільшенню виробництва високоякісної екологічно чистої продукції в господарствах, що спеціалізуються на виробництві зернових, технічних, овочевих і кормових культур на площі понад 150 тис. гектарів у зоні дії Каховської, Інгулецької та Краснознам'янської зрошувальних систем.

Найбільш вагомими результатами досліджень вчених Інституту зрошуваного землеробства та І.М. Біляєвої висвітлені в монографії: «Наукові засади розвитку аграрного сектору економіки Південного регіону України» під редакцією академіка НААН М.І. Ромащенко, в науково-практичних журналах та в методичних рекомендаціях з технологій вирощування сільськогосподарських культур у сівоzmінах на зрошуваних землях.

В творчій співпраці з науковцями відділу зрошуваного землеробства ІЗЗ НААН розроблено заходи та отримано патент на формування сівоzmін відповідно до гідромодуля зрошувальних систем України.

На телебаченні в програмі «Агровектор» за сприяння відділу науково-інноваційної діяльності, трансферу технологій та інтелектуальної власності Інституту зрошуваного землеробства НААН під керівництвом І.М. Біляєвої систематично висвітлюються питання наукового забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу Херсонської області.

Узагальнені І.М. Біляєвою результати експериментальних досліджень висвітлюються вченими Інституту зрошуваного землеробства НААН на обласному телебаченні і радіо, на обласних і Всеукраїнських нарадах, агроконференціях, семінарах-навчаннях, курсах підвищення кваліфікації агрономів, гідротехніків та керівників сільськогосподарських підприємств.

Директор Департаменту АПР

Херсонської обласної державної адміністрації



О.М. Паливода



ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКЕ ОБЛАСНЕ УПРАВЛІННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

вул. Торгова, 37,
м. Херсон, 73000
тел. 46-04-52, факс 46-04-59
E-mail: vodgosp@ukrcom.kherson.ua

21.06.17р. № 09-14/758
На № _____ від _____ р.

В спеціалізовану Вчену Раду з захисту
дисертацій на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

ДОВІДКА

про впровадження Біляєвою Іриною Миколаївною завершених інноваційних розробок Інституту зрошуваного землеробства НААН

На основі узагальнення результатів експериментальних досліджень провідних вчених Інституту зрошуваного землеробства НААН Біляєвою Іриною Миколаївною сформовано базу інноваційних високопродуктивних розробок, які спрямовані на підвищення ефективності використання зрошуваних земель півдня України за рахунок оптимізації структури посівних площ і формування сівозмін відповідно до спроможності зрошувальних систем і їх діляниць з подачі поливної води та виробничої спеціалізації господарств.

Для кожної культури рекомендованих до впровадження сівозмін, з врахуванням гідромодуля зрошувальних систем і їх діляниць розроблено програмно-інформаційний комплекс "Гідромодуль", що містить необхідні матеріали для моделювання схем сівозмін з різним насиченням сільськогосподарськими культурами з урахуванням проектних потужностей зрошувальних систем та автоматично формує укомплектований графік поливів, який коригується відповідно до гідротермічних умов вегетаційного періоду.

Впровадження розробок через Обласне управління водного господарства Херсонської області на Краснознам'янській зрошувальній

системі у Голопристанському та Скадовському районах дозволило оптимізувати роботу насосних станцій, уникнути пікових ситуацій у їх роботі та попередити втрати врожаю сільськогосподарських культур внаслідок порушення водного режиму.

Комп'ютерна програма, програмно-інформаційний комплекс "Гідромодуль", знайшла поширення у виробництві та дозволяє проводити планування витрат поливної води при вирощуванні овочевих культур на основі балансового методу, врахування динаміки вологозапасів ґрунту, середньодобового випаровування та метеорологічних показників.

Наукові рекомендації, математичні моделі та комп'ютерні програми розроблені в Інституті зрошувального землеробства НААН, впроваджено І.М. Біляєвою протягом 2014-2017 років у господарствах Каховського, Скадовського та Голопристанського районів Херсонської області через районні управління водного господарства на загальній площі понад 20 тис. га.

Результати власних і узагальнених І.М. Біляєвою експериментальних досліджень провідних вчених Інституту зрошувального землеробства НААН користуються підвищеним попитом в районних управліннях водного господарства та у виробничих формуваннях, що функціонують на зрошуваних землях у зоні дії Каховської, Інгулецької та Краснознам'янської зрошувальних систем України.

Начальник Херсонського обласного
управління водних ресурсів



І.О. Андрієнко

**Акт
впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація): **Біляєва Ірина Миколаївна**
(Інститут зрошуваного землеробства НААН)

Назва розробки: **Оптимізація зрошуваних сівозмін в ДП «ДГ «Каховське»
ІЗЗ НААН з використанням інформаційних технологій для зниження
ресурсних витрат та підвищення продуктивності зрошення**

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Протягом 2014-2017 рр. ДП «ДГ «Каховське» Інституту зрошуваного землеробства НААН застосовувало узагальнені кандидатом с.-г. наук, с.н.с. Біляєвою І.М. агрозаходи: сівозміни з різним насиченням пшеницею озимою, соєю, кукурудзою, люцерною, ячменем озимим; використовували програмно-інформаційний комплекс «Гідромодуль» з моделюванням режимів зрошення за допомогою кореляційно-регресійних залежностей, нормуванням витрат поливної води та мінеральних добрив.	Площа, га: 375
	Урожайність на контролі (зернових одиниць), т/га: 3,9-5,2
	Урожайність при впровадженні розробки (зернових одиниць), т/га: 7,03-10,6
	Економічний ефект від впровадження, грн/га: чистий прибуток 5,32-7,87 тис. грн/га; рентабельність 49,5-73,4%
	Інші показники (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): завдяки застосуванню розробки в сівозміні з короткою ротацією відмічено економію паливно-мастильних матеріалів на 12,8-17,4% та зниження енергоємності розроблених агрозаходів на 23,7-34,0%

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:

Зав. відділом науково-інноваційної діяльності,

трансферу технологій та

інтелектуальної власності ІЗЗ НААН,

кандидат с.-г. наук, с.н.с.

Біляєва Ірина Миколаївна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

**Акт
впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація) Біляєва Ірина Миколаївна
(Інститут зрошуваного землеробства НААН)

Назва розробки: Підвищення продуктивності використання зрошуваних земель в сівозмінах ДП «ДГ «Асканійське» ІЗЗ НААН на основі моделювання агрозаходів та використання спеціальних комп'ютерних програм

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
Протягом 2014-2017 рр. в ДП «ДГ «Асканійське» Інституте зрошуваного землеробства НААН впроваджували узагальненні І.М. Біляєвою результати досліджень провідних вчених Інституту зрошуваного землеробства НААН. Формування сівозмін проводилось з використанням програмно-інформаційного комплексу «Гідромодуль», застосовували органо-мінеральні системи удобрення, диференційовані системи основного обробітку обробіток ґрунту, запровадили нормування витрат поливної води на основі математичних моделей, розроблених автором.	Площа, га: 280
	Урожайність на контролі (зернових одиниць), т/га: 4,75-5,84
	Урожайність при впровадженні розробки (зернових одиниць), т/га: 9,39-12,57
	Економічний ефект від впровадження, грн/га: чистий прибуток 5,32-7,87 тис. грн/га; рентабельність 49,5-73,4%
	Інші показники (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): відмічено зниження зрошувальних норм на 25-32%, скорочення витрат мінеральних добрив на 5,7-15,9%

Участі у фінансових операціях не приймає

Представник господарства:

Директор ДП «ДГ «Асканійське»

Інституту зрошуваного землеробства НААН

кандидат с.-г. наук, с.н.с.

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)



Іван Григорович Григорович

Представник автора розробки:

Зав. відділом науково-інноваційної діяльності,

трансферу технологій та

інтелектуальної власності ІЗЗ НААН,

кандидат с.-г. наук, с.н.с.

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

Біляєва Ірина Миколаївна

Акт
впровадження науково-технічної розробки
кандидата сільськогосподарських наук,
старшого наукового співробітника
Біляєвої Ірини Миколаївни

Назва розробки: Розробка та вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях півдня України з використанням інформаційних технологій.

Стисла характеристика розробки: Протягом 2014-2016 рр. на виробничих площах ТОВ «Сільськогосподарське підприємство «Злато Таврії» Бериславського району Херсонської області на посівній площі понад 525 га була впроваджена технологія вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях півдня України з використанням інформаційних технологій, розроблена представником Інститут зрошуваного землеробства НААН, кандидатом сільськогосподарських наук, старшим науковим співробітником Біляєвої Іриною Миколаївною. Використано оптимізаційні моделі з підвищення продуктивності зрошення, які розроблені автором, результати обстежень приладами ґрунту та рослин, а також спеціальні комп'ютерні програми: програмно-інформаційний комплекс «Гідромодуль», адаптовані до локальних умов господарства програми ФАО ООН - Aqua Crop 6.0 та CROPWAT 8.0.

Результати впровадження: Була оптимізована структура посівних площ та розроблена сівозміна з врахуванням місцевих господарсько-економічних умов. За результатами виробничої перевірки розроблених заходів підвищення продуктивності зрошення отримано врожайність кукурудзи на зерно на рівні 14,5 т/га при вирощуванні гібриду НК Пако, проведенні зрошення краплинним способом та інтенсифікації хімічного захисту. Розроблена технологія вирощування кукурудзи забезпечила отримання умовного чистого прибутку 36,3 тис.грн/га та рентабельності – 157%. Встановлено оптимальну дозу (N₁₂₀P₉₀) мінеральних добрив на посівах зрошуваної пшениці озимої для пшениці озимої – одержано врожайність зерна 5,78 т/га, вміст білка в зерні 14,3%, умовний чистий прибуток 10788 грн/га, рівень рентабельності 70,9%. За оптимізації режиму краплинного зрошення при вирощуванні картоплі весняного строку врожайність бульб склала 26,73 т/га, окупність поливної підвищилася у 4-7 разів, умовний чистий прибуток збільшився до 15112 грн/га, а рівень рентабельності – до 60,5%.

Директор ТОВ «Сільськогосподарське підприємство «Злато Таврії»
Бериславського району
Херсонської області



О.М. Дмитрієв

Додаток Б.1

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2005 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тn) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тn	Тх				
Січень	I	3,2	1,2	5,2	1,6	92,7	3,2	94,7
	II	2,0	-0,6	5,3	16,5	82,4	4,1	74,1
	III	-9,0	-10,4	-7,1	50,8	79,4	2,9	78,5
За місяць		-1,3	-3,3	1,1	68,9	84,8	3,4	82,5
Лютий	I	-6,5	-10,5	-2,2	3,3	84,2	4,4	50,4
	II	-8,1	-10,3	-4,0	5,1	75,3	2,6	50,2
	III	3,3	1,1	5,3	46,4	92,7	3,7	97,6
За місяць		-3,8	-6,6	-0,3	54,8	84,1	3,6	66,1
Березень	I	-0,9	-4,0	3,7	52,4	82,2	3,0	69,8
	II	-0,7	-3,3	2,1	6,4	78,3	4,0	68,8
	III	2,9	-0,9	7,2	10,5	68,3	2,8	68,9
За місяць		0,5	-2,7	4,3	69,3	76,3	3,3	69,2
Квітень	I	4,2	-1,5	9,8	4,0	63,2	2,7	51,1
	II	9,5	1,9	17,6	0,0	59,1	3,0	39,0
	III	13,3	8,1	19,1	17,3	68,1	2,3	72,6
За місяць		9,0	2,8	15,5	21,3	63,5	2,7	54,2
Травень	I	12,1	6,1	15,7	6,4	65,4	2,3	65,4
	II	13,3	7,4	18,5	17,8	74,2	1,8	65,6
	III	19,5	10,5	21,6	0,0	58,7	2,3	48,7
За місяць		15,0	8,0	18,6	24,2	66,1	2,1	59,9
Червень	I	21,7	13,9	28,9	22,9	60,5	2,4	48,4
	II	19,7	14,2	25,0	29,0	66,4	2,6	60,8
	III	19,3	14,2	22,5	38,0	68,8	2,5	65,4
За місяць		20,2	14,1	25,5	89,9	65,2	2,5	58,2
Липень	I	21,5	16,3	24,2	12,5	64,6	2,8	55,1
	II	21,5	12,4	21,7	0,0	64,4	2,3	56,2
	III	24,0	16,0	27,7	30,5	61,5	1,9	50,8
За місяць		22,3	14,9	24,5	43,0	63,5	2,3	54,0
Серпень	I	27,0	20,9	33,7	0,0	61,5	2,0	24,5
	II	22,5	15,9	24,9	75,0	71,5	1,9	46,3
	III	22,7	14,9	28,2	0,6	63,7	2,2	44,3
За місяць		24,1	17,2	29,0	75,6	65,6	2,0	38,4
Вересень	I	18,9	11,6	26,4	0,0	58,7	2,3	35,2
	II	21,5	14,5	26,2	0,0	58,3	2,4	27,9
	III	18,2	10,2	21,8	4,8	57,4	3,3	54,7
За місяць		19,5	12,1	24,8	4,8	58,2	2,7	39,3
Жовтень	I	15,7	8,8	21,4	4,0	56,3	2,5	14,2
	II	10,1	6,2	13,6	2,2	77,4	2,6	57,8
	III	8,9	2,9	13,7	11,3	76,9	3,3	68,3
За місяць		11,6	6,0	16,2	17,5	70,2	2,8	46,8
Листопад	I	6,3	3,2	10,4	30,4	85,5	2,5	70,0
	II	4,8	2,1	6,4	9,9	88,4	2,9	88,5
	III	2,6	-0,6	5,2	19,6	89,1	2,3	61,7
За місяць		4,6	1,6	7,3	59,9	87,7	2,6	73,4
Грудень	I	5,5	3,8	6,8	56,3	94,3	3,1	91,5
	II	0,1	-2,0	0,9	6,9	85,9	1,9	80,9
	III	0,2	-2,2	3,0	55,8	90,7	2,7	91,3
За місяць		1,9	-0,1	3,5	119,0	90,3	2,6	87,9
За рік		10,3	5,3	14,2	648,2	72,9	2,7	60,8

Додаток Б.2

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2006 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тп) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тп	Тх				
Січень	I	0,3	0,2	1,8	2,6	91,2	3,6	85,9
	II	-3,8	-5,6	-1,5	4,3	86,9	4,3	82,3
	III	-14,3	-16,7	-9,9	23,6	82,5	3,6	85,1
За місяць		-5,9	-7,4	-3,2	30,5	86,9	3,8	84,5
Лютий	I	-4,6	-6,6	-0,7	5,8	75,9	2,9	40,5
	II	-9,8	-14,2	-6,0	7,8	77,0	2,6	61,0
	III	2,7	-0,7	6,0	8,7	84,7	2,7	50,3
За місяць		-3,9	-7,2	-0,2	22,3	79,2	2,7	50,6
Березень	I	0,7	-0,6	3,8	41,0	87,7	4,9	84,7
	II	2,2	-0,4	2,9	25,0	84,6	2,9	74,8
	III	5,7	1,5	10,8	22,0	85,8	3,0	78,1
За місяць		2,9	0,1	5,9	88,0	86,0	3,6	79,2
Квітень	I	9,5	5,0	12,7	3,5	69,4	2,3	49,9
	II	11,2	5,9	15,6	7,0	80,3	2,3	71,8
	III	11,0	4,3	15,0	0,4	56,8	3,3	55,4
За місяць		10,6	5,1	14,4	10,9	68,8	2,6	59,0
Травень	I	11,4	7,2	15,3	28,3	62,6	3,2	41,1
	II	16,8	11,5	21,1	27,7	74,4	2,0	61,1
	III	19,0	12,2	23,7	9,8	70,6	2,3	62,0
За місяць		15,7	10,3	20,1	65,8	69,2	2,5	54,7
Червень	I	19,8	10,0	25,8	0,4	63,2	3,0	51,0
	II	19,6	13,7	24,5	13,2	66,8	2,0	66,5
	III	24,9	19,5	31,1	56,1	67,7	2,1	50,2
За місяць		21,5	14,4	27,1	69,7	65,9	2,4	55,9
Липень	I	21,5	15,0	27,1	0,0	55,7	3,4	29,2
	II	22,4	15,1	29,3	3,3	58,3	2,9	63,3
	III	23,5	15,6	30,3	3,0	53,7	2,0	22,8
За місяць		22,5	15,2	28,9	6,3	55,9	2,8	38,4
Серпень	I	25,8	18,2	32,6	0,0	61,4	1,9	29,0
	II	25,1	18,7	32,5	1,2	51,9	2,2	17,5
	III	19,8	15,4	25,0	41,0	65,2	1,9	33,1
За місяць		23,6	17,4	30,0	42,2	59,5	2,0	26,5
Вересень	I	17,4	11,9	23,7	14,4	76,7	2,5	57,4
	II	17,9	11,2	24,9	0,3	58,5	1,8	24,8
	III	18,3	13,9	24,3	13,6	63,5	2,4	74,0
За місяць		17,9	12,3	24,3	28,3	66,2	2,2	52,1
Жовтень	I	14,0	9,3	18,9	0,3	77,6	2,4	45,5
	II	8,5	4,1	13,6	0,3	73,2	2,5	47,8
	III	7,2	5,2	11,0	5,7	85,6	2,3	75,7
За місяць		9,9	6,2	14,5	6,3	78,8	2,4	56,3
Листопад	I	5,0	1,5	8,2	27,6	88,0	2,1	83,4
	II	5,2	2,2	9,4	0,3	81,2	2,2	58,8
	III	5,9	4,0	7,5	7,2	95,9	1,9	90,7
За місяць		5,4	2,5	8,4	35,1	88,4	2,1	77,6
Грудень	I	3,9	2,4	6,5	0,0	90,8	2,2	90,2
	II	2,5	0,8	6,3	0,7	87,8	2,3	82,9
	III	1,0	-1,6	3,9	2,7	85,9	3,1	54,5
За місяць		2,5	0,5	5,6	3,4	88,2	2,5	75,9
За рік		10,2	5,8	14,6	408,8	74,4	2,6	59,2

Додаток Б.3

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2007 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тн) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тн	Тх				
Січень	I	2,7	0,8	4,6	47,1	90,6	2,1	87,5
	II	5,1	2,7	7,8	7,1	83,2	3,7	72,8
	III	5,0	2,2	6,9	17,2	83,5	3,7	67,3
За місяць		4,3	1,9	6,4	71,4	85,7	3,2	75,9
Лютий	I	-2,3	-6,5	0,7	5,5	78,2	2,9	67,0
	II	5,6	2,8	10,5	13,1	89,8	2,8	79,3
	III	-4,7	-7,4	0,1	20,0	72,1	3,5	53,8
За місяць		-0,4	-3,7	3,8	38,6	80,0	3,1	66,7
Березень	I	1,8	0,1	3,7	18,2	87,1	2,1	88,1
	II	5,0	0,6	8,1	2,0	70,0	4,0	47,5
	III	7,8	2,6	14,1	0,8	56,2	5,0	48,0
За місяць		4,8	1,1	8,6	21,0	71,1	3,7	61,2
Квітень	I	8,2	1,0	15,1	4,5	62,2	2,5	45,4
	II	8,5	2,9	14,6	0,0	58,2	2,4	61,8
	III	10,0	3,4	16,5	1,0	60,0	2,1	56,7
За місяць		8,9	2,4	15,4	5,5	60,2	2,3	54,6
Травень	I	12,1	6,3	18,5	32,8	62,0	2,6	62,1
	II	18,0	10,6	20,6	1,1	57,8	2,0	28,0
	III	24,6	15,7	33,6	0,0	58,9	1,3	43,2
За місяць		18,3	10,9	24,2	33,9	59,6	2,0	44,4
Червень	I	23,0	15,4	27,6	5,0	56,2	2,1	38,0
	II	24,5	15,9	31,9	3,0	53,6	2,3	48,4
	III	23,8	18,2	26,5	10,8	58,4	3,3	54,3
За місяць		23,8	16,5	28,7	18,8	56,1	2,6	46,9
Липень	I	22,2	15,3	29,1	42,4	60,5	2,3	34,9
	II	24,7	17,0	31,4	0,0	52,2	2,7	21,6
	III	27,8	20,1	36,0	56,0	48,3	2,3	17,3
За місяць		24,9	17,4	32,2	98,4	53,7	2,4	24,6
Серпень	I	25,4	14,5	29,5	13,0	51,7	3,7	31,1
	II	24,7	19,1	30,9	18,4	65,3	2,1	39,8
	III	27,8	19,2	35,9	0,0	46,5	2,6	23,5
За місяць		26,0	17,6	32,1	31,4	54,5	2,8	31,5
Вересень	I	20,2	14,7	26,9	34,2	66,3	2,3	63,8
	II	16,6	11,2	22,0	10,5	67,9	3,0	44,7
	III	15,5	11,6	20,1	17,4	82,6	3,2	56,6
За місяць		17,4	12,5	23,0	62,1	72,2	2,8	55,0
Жовтень	I	15,8	10,3	21,1	8,1	70,3	1,9	37,9
	II	10,6	5,4	16,9	30,4	73,5	2,3	40,6
	III	11,2	9,2	12,5	31,1	84,9	3,3	86,2
За місяць		12,5	8,3	16,8	69,6	76,2	2,5	54,9
Листопад	I	4,2	1,3	7,1	11,1	83,8	3,0	70,0
	II	2,7	0,6	6,5	78,7	85,1	3,2	57,2
	III	2,4	-0,6	6,1	21,6	83,7	3,1	60,1
За місяць		3,1	0,4	6,6	111,4	84,2	3,1	62,4
Грудень	I	3,8	2,2	5,7	2,9	85,5	3,7	95,9
	II	-1,1	-1,9	0,2	19,3	89,8	4,0	99,4
	III	-0,8	-1,5	0,3	0,0	89,0	2,4	98,5
За місяць		0,7	-0,4	2,1	22,2	88,1	3,4	97,9
За рік		12,0	7,1	16,7	584,3	70,1	2,8	56,3

Додаток Б.4

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2008 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тн) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тн	Тх				
Січень	I	2,7	0,8	4,6	47,1	90,6	4,0	87,5
	II	-7,7	-9,9	-2,2	0,7	75,4	2,5	72,8
	III	-3,6	-7,5	1,8	6,7	82,5	3,3	67,3
За місяць		-2,9	-5,5	1,4	54,5	82,8	3,3	75,9
Лютий	I	0,9	-1,3	3,9	14,8	85,3	3,1	67,0
	II	0,5	-1,4	3,6	0,7	89,8	3,7	79,3
	III	-3,6	-7,0	-0,1	6,7	78,8	2,8	53,8
За місяць		-0,7	-3,2	2,5	22,2	84,6	3,2	66,7
Березень	I	4,6	0,0	10,5	4,4	75,7	2,9	88,1
	II	5,7	2,2	10,5	3,9	80,1	3,2	47,5
	III	6,8	2,9	12,3	28,4	79,1	4,0	48,0
За місяць		5,7	1,7	11,1	36,7	78,3	3,4	61,2
Квітень	I	7,0	2,6	11,9	22,4	72,8	2,4	45,4
	II	9,5	6,7	12,1	46,0	89,1	3,0	61,8
	III	12,8	7,0	18,7	4,2	74,3	3,4	56,7
За місяць		9,7	5,4	14,2	72,6	78,7	2,9	54,6
Травень	I	12,3	7,7	17,7	47,6	74,0	2,5	62,1
	II	11,9	7,2	13,0	13,3	75,0	2,5	28,0
	III	17,7	11,3	24,2	6,2	69,2	2,7	43,2
За місяць		13,9	8,7	18,3	67,1	72,8	2,6	44,4
Червень	I	15,8	10,3	19,1	13,4	68,3	2,3	38,0
	II	20,9	12,8	28,1	0,0	58,5	1,8	48,4
	III	21,2	14,6	27,5	48,9	72,7	2,6	54,3
За місяць		19,3	12,6	24,9	62,3	66,5	2,2	46,9
Липень	I	22,7	15,7	29,5	7,0	58,0	2,7	34,9
	II	22,1	14,4	28,1	75,3	66,4	2,2	21,6
	III	24,9	19,0	28,8	49,8	65,3	2,3	17,3
За місяць		23,2	16,4	28,8	132,1	63,2	2,4	24,6
Серпень	I	22,0	12,9	25,4	5,0	59,4	2,1	31,1
	II	26,5	16,1	34,4	0,0	51,5	2,3	39,8
	III	24,9	17,6	32,2	0,6	48,0	2,6	23,5
За місяць		24,5	15,5	30,7	5,6	53,0	2,3	31,5
Вересень	I	21,2	12,8	28,3	0,6	47,2	2,0	63,8
	II	14,6	11,0	18,1	99,2	77,7	2,5	46,2
	III	13,4	9,1	17,4	22,7	78,9	2,3	64,4
За місяць		16,4	11,0	21,3	122,5	67,9	2,3	58,1
Жовтень	I	14,8	10,9	19,8	48,3	84,3	1,9	62,5
	II	12,3	7,7	18,1	1,4	80,4	2,1	49,1
	III	9,2	4,8	14,9	0,0	81,8	1,7	42,2
За місяць		12,1	7,8	17,6	49,7	82,2	1,9	51,3
Листопад	I	7,8	4,3	13,3	0,0	83,0	1,7	58,1
	II	4,3	0,8	9,0	0,0	81,8	1,9	62,8
	III	4,9	2,1	8,9	40,6	82,1	2,9	72,6
За місяць		5,7	2,4	10,4	40,6	82,3	2,2	64,5
Грудень	I	7,8	5,6	11,5	1,1	85,7	2,7	83,8
	II	-1,6	-3,6	0,7	1,0	84,1	3,8	81,5
	III	-3,6	-5,1	-2,0	2,1	87,6	3,0	89,6
За місяць		0,9	-1,0	3,4	4,2	85,8	3,2	85,0
За рік		10,7	6,0	15,4	670,1	74,8	2,7	55,4

Додаток Б.5

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2009 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тn) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тn	Тх				
Січень	I	-4,1	-6,0	-1,3	1,6	87,3	2,7	64,6
	II	-2,0	-5,4	1,8	11,8	85,7	2,7	68,2
	III	1,5	-0,6	4,4	14,6	93,2	3,6	89,6
За місяць		-1,5	-4,0	1,6	28,0	88,7	3,0	74,1
Лютий	I	2,5	0,9	3,1	10,9	92,1	3,1	97,5
	II	4,6	2,2	7,5	63,2	85,5	3,7	89,2
	III	-1,1	-3,4	2,2	7,6	80,0	3,0	81,1
За місяць		2,0	-0,1	4,3	81,7	85,8	3,3	89,3
Березень	I	0,7	-3,3	5,8	6,0	79,3	3,8	61,3
	II	4,6	1,8	6,8	11,0	80,2	2,6	87,5
	III	4,1	0,0	8,4	16,0	75,8	2,4	72,0
За місяць		3,1	-0,5	7,0	33,0	78,4	2,9	73,6
Квітень	I	10,0	3,5	17,0	0,4	61,5	2,6	40,7
	II	8,9	1,7	16,3	1,0	53,7	3,3	37,5
	III	10,8	2,7	17,3	0,4	43,9	2,5	24,9
За місяць		9,9	2,6	16,9	1,8	53,0	2,8	34,4
Травень	I	12,8	8,3	18,3	66,8	78,3	2,1	70,3
	II	15,3	10,3	21,0	46,9	72,5	2,3	59,3
	III	18,2	11,4	24,3	3,0	62,0	2,3	41,9
За місяць		15,4	10,0	21,2	116,7	70,9	2,2	57,2
Червень	I	20,5	13,7	27,0	0,5	62,9	1,9	55,5
	II	21,7	14,7	29,2	8,0	58,4	2,0	50,5
	III	24,2	17,3	31,2	114,0	59,8	2,0	41,8
За місяць		22,1	15,2	29,1	122,5	60,4	2,0	49,3
Липень	I	24,4	17,8	31,4	2,5	58,5	2,1	48,8
	II	24,7	17,9	31,0	19,0	64,5	2,9	65,7
	III	24,2	18,1	31,0	0,0	59,0	2,8	38,5
За місяць		24,5	17,9	31,1	21,5	60,7	2,6	51,0
Серпень	I	23,5	17,2	27,5	3,0	57,5	2,7	50,1
	II	21,4	13,7	28,1	0,0	47,1	2,2	27,4
	III	20,7	12,8	28,3	0,0	49,9	2,5	24,3
За місяць		21,9	14,6	28,0	3,0	51,5	2,5	33,9
Вересень	I	19,2	14,0	26,1	22,5	68,7	2,8	54,0
	II	20,3	14,0	28,1	5,7	55,6	2,6	37,3
	III	16,0	9,2	23,3	0,0	57,3	2,2	27,3
За місяць		18,5	12,4	25,8	28,2	60,5	2,5	39,5
Жовтень	I	14,2	11,0	17,0	38,2	77,6	2,1	68,5
	II	13,1	10,2	16,8	29,3	83,8	2,2	80,1
	III	10,2	7,2	15,1	1,4	84,3	1,8	60,4
За місяць		12,5	9,5	16,3	68,9	81,9	2,3	69,7
Листопад	I	4,3	1,6	6,6	2,9	83,8	3,2	83,9
	II	7,8	4,9	10,2	44,1	87,0	2,3	83,2
	III	7,7	5,6	10,9	2,8	91,5	1,5	84,2
За місяць		6,6	4,0	9,2	49,8	87,4	2,3	83,8
Грудень	I	4,6	2,7	7,0	2,2	92,9	3,0	97,9
	II	-4,8	-6,3	-3,5	67,8	89,5	4,6	93,2
	III	2,1	-1,2	5,7	41,3	87,1	3,0	75,5
За місяць		0,6	-1,6	3,1	111,3	89,8	3,5	88,8
За рік		11,3	6,7	16,1	666,4	72,4	2,6	62,0

Додаток Б.6

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2010 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тп) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тп	Тх				
Січень	I	-0,8	-2,5	1,2	9,6	90,0	3,8	64,6
	II	0,6	-0,7	1,8	28,9	93,2	4,0	68,2
	III	-10,9	-12,6	-8,8	50,4	80,9	3,7	89,6
За місяць		-3,7	-5,2	-1,9	88,9	88,0	3,8	74,1
Лютий	I	-4,0	-5,5	-2,0	47,4	88,0	4,9	97,5
	II	-0,3	-1,6	1,0	60,2	91,6	3,2	89,2
	III	2,2	-0,5	6,5	4,1	85,9	2,6	81,1
За місяць		-0,7	-2,5	1,9	111,7	88,5	3,6	89,3
Березень	I	0,6	-1,4	3,2	16,4	86,1	3,1	61,3
	II	0,5	-2,8	4,0	10,3	76,1	2,8	87,5
	III	7,4	1,9	14,0	0,0	70,8	1,9	72,0
За місяць		2,8	-0,8	7,1	26,7	77,7	2,6	73,6
Квітень	I	10,4	5,2	14,4	3,7	68,4	2,5	40,7
	II	9,6	3,9	14,7	7,8	71,0	1,6	37,5
	III	11,6	5,0	18,0	1,8	54,8	1,5	24,9
За місяць		10,5	4,7	15,7	13,3	64,8	1,9	34,4
Травень	I	16,9	9,2	24,8	0,0	57,9	1,3	70,3
	II	17,1	12,2	22,2	18,8	74,0	0,9	59,3
	III	18,0	13,6	22,8	72,6	80,1	1,4	41,9
За місяць		17,3	11,7	23,3	91,4	70,7	1,2	57,2
Червень	I	21,8	16,3	25,3	5,3	63,5	2,2	55,5
	II	24,3	17,3	30,7	17,0	59,2	1,9	50,5
	III	21,4	17,6	26,1	69,9	81,0	1,8	41,8
За місяць		22,5	17,1	27,4	92,2	67,9	2,0	49,3
Липень	I	23,0	18,2	28,5	53,0	75,2	1,5	48,8
	II	25,0	19,6	30,3	14,2	71,3	2,0	65,7
	III	25,7	19,2	29,2	0,0	64,1	1,6	38,5
За місяць		24,5	19,0	29,3	67,2	70,2	1,7	51,0
Серпень	I	29,3	20,7	38,3	14,0	53,6	1,5	50,1
	II	27,6	20,3	36,6	11,0	51,0	2,6	27,4
	III	21,9	15,6	28,1	7,0	59,2	2,2	24,3
За місяць		26,3	18,9	34,3	32,0	54,6	2,1	33,9
Вересень	I	17,2	8,8	23,3	27,1	69,3	2,9	54,0
	II	19,2	12,9	25,9	0,8	60,6	2,4	37,3
	III	17,3	11,7	24,3	42,0	69,9	2,2	27,3
За місяць		17,9	11,1	24,5	69,9	66,6	2,5	39,5
Жовтень	I	7,8	4,7	10,7	153,9	79,9	3,7	68,5
	II	8,9	5,2	13,0	47,2	79,9	1,6	80,1
	III	7,0	3,2	10,9	23,3	80,0	1,3	60,4
За місяць		7,9	4,4	11,5	224,4	79,9	2,2	69,7
Листопад	I	11,9	7,8	17,6	0,0	76,7	2,3	83,9
	II	12,0	8,7	17,9	4,9	86,9	1,9	60,7
	III	7,6	4,9	10,7	67,2	87,0	3,6	77,7
За місяць		10,5	7,1	15,4	72,1	83,6	2,6	74,1
Грудень	I	3,6	0,9	6,4	19,0	89,4	4,5	85,0
	II	-2,4	-5,5	1,0	61,4	87,0	3,1	78,6
	III	3,3	1,0	6,9	18,2	87,8	2,2	64,4
За місяць		1,5	-1,2	4,8	98,6	88,0	3,3	76,0
За рік		11,4	7,0	16,1	988,4	75,0	2,5	60,2

Додаток Б.7

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2011 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тн) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тн	Тх				
Січень	I	-2,6	-4,2	-0,4	3,0	88,5	2,9	64,6
	II	1,2	0,1	2,7	9,3	93,6	2,6	68,2
	III	-5,8	-8,5	-2,9	25,1	88,6	2,3	89,6
За місяць		-2,4	-4,2	-0,2	37,4	90,2	2,6	74,1
Лютий	I	-0,6	-3,1	1,7	3,3	85,2	3,5	97,5
	II	-4,9	-8,0	-0,5	13,0	72,1	4,4	89,2
	III	-6,3	-8,4	-3,1	2,0	78,3	5,0	81,1
За місяць		-3,9	-6,5	-0,6	18,3	78,5	4,3	89,3
Березень	I	-2,8	-6,5	1,5	1,3	76,5	4,6	61,3
	II	2,9	-1,4	8,3	1,0	75,1	3,4	87,5
	III	5,0	-0,1	10,4	2,5	72,6	3,6	77,1
За місяць		1,7	-2,7	6,8	4,8	74,7	3,9	75,3
Квітень	I	8,3	4,0	13,3	29,2	72,3	5,3	69,0
	II	7,4	2,9	11,9	27,4	74,3	2,3	69,5
	III	12,6	5,2	19,4	0,0	48,8	2,2	26,1
За місяць		9,4	4,0	14,9	56,6	65,1	3,3	54,9
Травень	I	12,5	8,0	18,1	30,0	75,0	2,1	64,3
	II	16,4	10,0	22,5	2,6	67,3	1,9	38,4
	III	20,2	13,2	27,0	13,0	60,3	2,2	45,8
За місяць		16,4	10,4	22,5	45,6	67,5	2,1	49,5
Червень	I	22,8	15,3	29,7	1,0	53,5	2,0	35,5
	II	21,3	15,9	27,0	46,5	71,1	1,8	55,6
	III	20,6	15,2	26,4	30,1	69,8	1,6	56,8
За місяць		21,6	15,5	27,7	77,6	64,8	1,8	49,3
Липень	I	20,3	15,5	25,4	1,0	72,8	1,9	51,7
	II	26,3	18,9	33,1	0,0	54,6	1,8	33,2
	III	26,3	19,5	33,1	13,0	60,6	2,5	33,3
За місяць		24,3	18,0	30,5	14,0	62,7	2,1	39,4
Серпень	I	22,3	14,8	29,4	1,8	56,6	2,3	29,0
	II	22,9	16,9	29,9	5,5	62,9	3,0	51,2
	III	21,8	13,7	29,3	0,0	50,2	2,3	21,8
За місяць		22,3	15,2	29,5	7,3	56,5	2,5	34,0
Вересень	I	19,8	13,3	26,6	17,0	58,5	1,9	46,6
	II	19,8	13,7	26,2	0,0	62,4	1,5	31,8
	III	16,4	8,7	23,5	9,0	55,6	2,4	22,0
За місяць		18,6	11,9	25,4	26,0	58,8	1,9	33,5
Жовтень	I	16,1	10,9	22,1	0,5	69,5	2,9	57,9
	II	8,2	4,5	12,8	7,5	72,9	3,3	66,2
	III	5,2	-0,3	11,0	0,0	73,8	1,8	40,6
За місяць		9,8	5,0	15,3	8,0	72,0	2,7	54,9
Листопад	I	3,8	-0,9	9,6	0,0	70,5	1,8	39,2
	II	1,2	-1,7	4,2	1,1	71,5	2,0	71,5
	III	1,6	-2,3	5,9	0,4	75,6	1,7	60,8
За місяць		2,2	-1,6	6,6	1,5	72,5	1,8	57,2
Грудень	I	4,1	1,4	7,6	18,3	89,4	2,1	77,6
	II	5,7	3,7	7,8	32,3	89,2	2,4	86,0
	III	1,7	0,1	3,9	16,3	86,8	2,5	81,8
За місяць		3,8	1,7	6,4	66,9	88,5	2,3	81,8
За рік		10,3	5,6	15,4	364,0	71,0	2,6	57,8

Додаток Б.8

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2012 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тn) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тn	Тх				
Січень	I	4,0	1,9	6,5	48,3	90,5	2,6	83,5
	II	-1,6	-3,4	0,6	14,1	85,6	2,4	67,7
	III	-5,9	-7,6	-3,9	47,3	82,4	5,7	72,1
За місяць		-1,2	-3,0	1,1	109,7	86,1	3,6	74,4
Лютий	I	-13,3	-16,1	-9,7	0,0	71,4	4,7	36,9
	II	-8,7	-11,2	-5,0	23,7	83,4	2,4	63,4
	III	0,9	-1,3	4,0	6,1	84,2	3,5	79,9
За місяць		-7,0	-9,5	-3,6	29,8	79,7	3,5	60,0
Березень	I	-2,5	-4,8	-0,4	17,8	85,2	2,7	75,1
	II	1,7	-1,9	5,8	0,0	76,6	3,1	33,2
	III	7,0	2,8	12,2	4,9	71,9	3,5	58,5
За місяць		2,1	-1,3	5,9	22,7	77,9	3,1	55,6
Квітень	I	8,9	4,3	14,3	16,7	77,7	2,5	62,3
	II	11,0	6,7	16,0	5,7	74,8	3,0	60,0
	III	17,1	10,0	24,0	0,0	60,5	2,1	43,0
За місяць		12,3	7,0	18,1	22,4	71,0	2,5	55,1
Травень	I	22,9	14,4	31,2	0,0	52,6	1,9	39,1
	II	21,2	14,4	29,1	4,4	59,2	2,5	50,9
	III	19,2	14,5	25,6	53,1	71,0	2,8	68,5
За місяць		21,1	14,4	28,6	57,5	60,9	2,4	52,8
Червень	I	20,2	14,8	25,3	11,0	67,9	2,0	52,1
	II	24,7	17,4	28,9	0,0	54,7	2,8	17,8
	III	25,0	18,4	32,2	3,3	51,9	2,4	38,2
За місяць		23,3	16,9	28,8	14,3	58,1	2,4	36,0
Липень	I	24,5	17,8	31,5	27,0	57,2	2,5	41,6
	II	25,5	19,0	32,3	48,0	56,1	2,3	38,5
	III	28,6	21,3	35,6	0,0	43,3	3,5	16,0
За місяць		26,2	19,3	33,1	75,0	52,2	2,8	32,0
Серпень	I	28,1	20,9	36,3	5,0	41,6	2,7	47,8
	II	21,7	16,5	27,7	64,0	63,7	2,7	53,5
	III	22,5	15,5	28,2	8,2	60,8	3,1	34,5
За місяць		24,1	17,6	30,7	77,2	55,3	2,8	45,3
Вересень	I	19,5	12,9	25,7	0,0	58,4	2,0	31,4
	II	18,4	11,1	25,3	0,0	57,7	2,0	27,4
	III	19,2	13,9	26,0	2,0	73,3	1,8	44,1
За місяць		19,0	12,6	25,7	2,0	63,2	1,9	34,3
Жовтень	I	18,2	11,9	25,3	5,1	65,1	2,6	48,9
	II	14,8	10,9	19,7	22,9	76,3	2,4	68,0
	III	12,8	8,7	18,2	7,7	80,8	3,2	55,0
За місяць		15,3	10,5	21,1	35,7	74,0	2,7	57,3
Листопад	I	10,1	6,9	14,6	15,5	85,8	2,0	64,2
	II	3,5	1,0	6,9	0,2	88,9	1,9	73,8
	III	5,4	3,1	8,0	0,2	85,3	2,6	92,7
За місяць		6,3	3,6	9,8	15,9	86,7	2,2	76,9
Грудень	I	5,3	3,6	7,4	10,6	86,0	3,5	93,3
	II	-2,0	-3,6	-0,1	13,4	85,0	5,7	92,3
	III	-3,7	-7,3	-0,7	20,9	91,8	2,0	76,7
За місяць		-0,1	-2,4	2,2	44,9	87,6	3,7	87,4
За рік		11,8	7,1	16,8	507,1	71,1	2,8	55,6

Додаток Б.9

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2013 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тн) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
			Тн	Тх				
Січень	I	-1,2	-3,1	1,0	11,3	90,4	3,2	81,9
	II	0,2	-2,4	3,1	13,0	93,5	2,2	92,1
	III	-0,1	-1,8	2,2	21,1	93,4	3,5	93,3
За місяць		-0,4	-2,4	2,1	45,4	92,4	3,0	89,1
Лютий	I	3,9	1,2	7,7	14,5	89,9	2,0	85,9
	II	1,3	0,0	3,5	14,9	87,0	3,5	91,1
	III	1,3	-2,6	5,8	0,0	75,9	3,4	62,4
За місяць		2,2	-0,5	5,7	29,4	84,3	3,0	79,8
Березень	I	3,5	-0,9	7,7	8,4	76,8	3,0	61,9
	II	4,2	0,5	8,1	22,9	75,8	4,0	75,7
	III	2,1	-1,5	6,7	35,3	75,8	3,3	76,1
За місяць		3,2	-0,6	7,5	66,5	76,1	3,4	71,2
Квітень	I	9,3	5,3	13,9	0,0	75,1	2,6	82,1
	II	10,7	4,8	16,2	4,0	65,1	3,6	58,9
	III	15,6	8,0	22,7	0,0	59,5	2,5	35,4
За місяць		11,9	6,0	17,6	4,0	66,6	2,9	58,8
Травень	I	20,0	10,4	28,3	0,0	53,4	2,3	13,9
	II	20,6	12,9	28,1	0,6	60,9	1,7	43,6
	III	21,4	14,2	28,4	0,0	60,4	2,4	48,4
За місяць		20,7	12,5	28,3	0,6	58,2	2,1	35,3
Червень	I	19,7	14,7	25,7	33,7	72,1	1,4	68,1
	II	23,6	16,8	30,8	39,4	56,9	3,1	41,4
	III	25,6	18,8	32,6	38,0	58,6	2,3	45,3
За місяць		23,0	16,8	29,7	111,1	62,5	2,3	51,6
Липень	I	23,7	18,4	29,3	55,4	66,8	2,4	51,7
	II	23,4	17,0	29,6	3,7	59,5	2,2	42,6
	III	22,4	15,4	28,8	0,0	53,5	2,1	42,6
За місяць		23,2	16,9	29,2	59,1	59,9	2,2	45,7
Серпень	I	24,6	16,7	31,5	0,0	48,6	2,2	33,8
	II	26,1	18,3	33,8	0,0	45,9	2,5	31,7
	III	22,1	16,0	28,5	13,0	59,7	1,6	56,3
За місяць		24,2	17,0	31,3	13,0	51,4	2,1	40,6
Вересень	I	16,6	11,7	22,2	6,0	63,2	2,3	56,2
	II	16,8	13,0	21,7	54,2	78,8	2,1	77,6
	III	11,8	8,4	16,2	16,0	72,3	2,8	72,2
За місяць		15,1	11,0	20,1	76,2	71,4	2,4	68,7
Жовтень	I	5,7	1,9	9,4	29,3	77,4	3,0	65,2
	II	11,4	7,6	15,8	62,0	84,1	2,2	56,1
	III	10,7	7,3	15,5	0,4	89,0	1,7	69,3
За місяць		9,3	5,6	13,6	91,7	83,5	2,3	63,5
Листопад	I	10,8	6,7	16,0	6,0	85,6	2,5	48,2
	II	5,8	2,7	9,3	0,8	85,9	2,3	79,6
	III	5,6	3,1	8,9	0,0	86,3	3,0	84,3
За місяць		7,4	4,1	11,4	6,8	85,9	2,6	70,7
Грудень	I	0,0	-3,2	3,8	4,0	75,4	4,1	50,8
	II	-0,8	-4,0	2,8	0,0	81,0	1,5	64,5
	III	2,0	0,3	4,2	0,0	90,7	2,7	86,2
За місяць		0,4	-2,3	3,6	4,0	82,4	2,8	67,2
За рік		11,7	7,0	16,7	507,9	72,9	2,6	61,8

Додаток Б.10

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2014 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тn) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
Січень	I	3,2	1,2	5,2	1,6	92,7	2,7	94,7
	II	2,0	-0,6	5,3	16,5	82,4	3,3	74,1
	III	-9,0	-10,4	-7,1	50,8	79,4	5,9	78,5
За місяць		-1,3	-3,3	1,1	68,9	84,8	4,0	82,5
Лютий	I	-5,6	-9,7	-1,1	7,2	85,2	1,8	51,8
	II	4,4	1,5	8,4	3,3	92,6	2,8	93,0
	III	1,6	-0,3	4,1	6,9	86,5	3,2	85,1
За місяць		0,1	-2,8	3,8	17,4	88,1	2,6	76,6
Березень	I	5,5	2,2	9,0	2,2	82,2	5,0	85,0
	II	7,8	2,5	13,5	5,6	60,3	4,1	52,1
	III	8,7	2,4	16,2	13,1	67,4	2,7	44,8
За місяць		7,3	2,4	12,9	20,9	70,0	3,9	60,6
Квітень	I	7,6	1,7	14,0	0,0	60,3	3,3	56,8
	II	12,3	7,6	18,1	31,2	73,5	2,5	80,6
	III	14,5	7,7	21,7	0,6	62,7	2,3	58,7
За місяць		11,5	5,7	17,9	31,8	65,5	2,7	65,4
Травень	I	13,7	8,4	19,9	44,4	75,2	2,4	59,7
	II	17,8	12,9	23,4	6,5	75,4	2,1	77,6
	III	22,1	15,1	30,5	0,0	61,3	1,9	62,2
За місяць		17,9	12,1	24,6	50,9	70,6	2,1	66,5
Червень	I	22,4	15,9	29,6	24,9	64,5	3,7	67,7
	II	20,0	14,7	25,7	53,0	58,7	2,4	70,2
	III	20,0	14,3	26,0	33,5	64,2	2,5	64,7
За місяць		20,8	15,0	27,1	111,4	62,5	2,9	67,5
Липень	I	23,5	16,0	30,4	0,0	52,7	2,2	37,3
	II	25,4	18,9	33,6	11,0	55,5	2,7	64,6
	III	26,1	18,8	34,1	10,0	48,7	2,7	40,0
За місяць		25,0	17,9	32,7	21,0	52,3	2,5	47,3
Серпень	I	27,8	19,9	35,8	18,2	44,3	2,0	50,6
	II	25,1	18,5	31,6	1,6	56,4	2,1	35,8
	III	21,0	14,4	27,3	9,0	56,1	2,3	36,2
За місяць		24,6	17,6	31,6	28,8	52,3	2,1	40,9
Вересень	I	23,0	15,6	30,3	0,8	49,1	3,4	41,5
	II	18,6	11,3	25,8	1,0	50,5	2,9	18,9
	III	13,7	9,2	19,3	69,8	70,1	3,4	52,3
За місяць		18,4	12,0	25,1	71,6	56,5	2,1	37,6
Жовтень	I	10,8	4,6	17,3	0,0	58,9	2,0	42,8
	II	11,8	6,1	17,6	31,8	74,3	2,2	39,1
	III	5,6	2,3	9,7	23,5	79,0	4,1	53,6
За місяць		9,4	4,3	14,8	55,3	70,8	3,2	45,2
Листопад	I	6,1	1,5	11,8	0,0	85,0	2,1	56,1
	II	5,3	3,8	7,2	11,3	93,5	4,0	86,8
	III	-1,7	-3,1	0,5	17,1	86,9	3,8	80,7
За місяць		3,2	0,7	6,5	28,4	88,5	2,8	74,6
Грудень	I	-3,6	-5,7	-2,1	5,9	93,7	3,5	81,2
	II	3,6	1,3	6,5	7,1	95,3	2,3	86,9
	III	-0,6	-2,5	2,0	26,0	86,8	4,2	69,1
За місяць		-0,2	-2,3	2,1	39,0	91,9	3,3	79,0
За рік		11,4	6,6	16,7	545,4	71,2	3,0	62,0

Додаток Б.11

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2015 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (T), °С	Мінімальна (Tn) та максимальна (Tx) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
Січень	I	-6,1	-10,2	-3,2	5,0	86,5	3,3	65,4
	II	2,1	-0,3	4,3	28,8	92,6	2,2	75,9
	III	2,8	1,7	4,0	13,5	96,5	3,8	97,9
За місяць		-0,4	-2,9	1,7	47,3	91,8	3,1	79,8
Лютий	I	1,7	-0,3	5,4	74,1	88,8	4,0	84,5
	II	-2,2	-5,8	2,1	0,9	81,2	3,3	48,7
	III	3,5	-1,0	9,6	3,1	83,8	2,9	57,6
За місяць		1,0	-2,3	5,7	78,1	84,6	3,4	63,6
Березень	I	3,5	-0,2	7,3	17,0	79,5	2,4	58,3
	II	5,4	2,3	9,6	32,7	79,3	4,5	70,5
	III	6,3	1,9	11,4	29,1	75,4	2,8	63,1
За місяць		5,1	1,3	9,4	78,8	78,1	3,2	64,0
Квітень	I	5,5	1,7	9,5	77,0	82,3	4,3	64,6
	II	11,1	5,4	17,5	2,8	70,7	3,0	48,2
	III	11,0	5,2	16,8	16,3	72,2	2,1	43,3
За місяць		9,2	4,1	14,6	96,1	75,1	3,1	52,0
Травень	I	13,8	9,3	19,3	19,9	77,9	2,6	69,6
	II	17,3	10,9	23,6	2,4	61,7	2,2	50,9
	III	19,6	13,2	25,9	113,6	68,8	2,0	52,3
За місяць		16,9	11,1	22,9	135,9	69,5	2,3	57,6
Червень	I	21,2	14,2	27,4	7,3	61,9	3,0	31,6
	II	21,4	15,8	28,2	3,3	66,4	2,1	51,1
	III	20,1	15,4	25,0	42,7	72,9	3,4	70,5
За місяць		20,9	15,1	26,9	53,3	67,1	2,8	51,1
Липень	I	22,7	18,2	28,0	119,4	73,8	2,5	54,1
	II	20,9	15,4	26,2	24,8	66,5	2,4	34,6
	III	25,9	19,2	32,6	0,0	66,7	2,3	24,4
За місяць		23,2	17,6	29,0	144,2	69,0	2,4	37,7
Серпень	I	25,9	18,0	33,3	0,0	49,1	3,4	9,6
	II	24,1	18,5	31,6	12,5	53,0	3,2	63,8
	III	22,7	15,0	29,5	0,0	46,8	2,0	32,8
За місяць		24,2	17,2	31,4	12,5	49,6	2,9	35,4
Вересень	I	22,5	15,7	30,0	10,0	58,5	2,6	20,2
	II	19,2	11,9	26,2	0,0	54,1	2,1	28,6
	III	21,2	15,1	29,0	0,0	67,7	3,2	38,4
За місяць		20,9	14,2	28,4	10,0	60,1	2,6	29,1
Жовтень	I	13,0	6,9	20,3	0,4	60,0	2,2	45,4
	II	8,9	3,7	14,8	13,1	67,1	2,5	62,1
	III	6,7	3,0	11,3	21,2	81,9	2,3	56,2
За місяць		9,6	4,5	15,4	34,7	69,7	2,3	54,5
Листопад	I	6,4	2,2	10,0	7,8	84,4	2,4	61,4
	II	8,8	5,0	12,7	21,0	83,8	3,5	65,7
	III	6,7	4,8	8,7	27,8	91,3	4,1	96,5
За місяць		7,3	4,0	10,5	56,6	86,5	3,3	74,5
Грудень	I	2,7	0,3	6,0	2,6	87,8	3,4	70,8
	II	0,7	-2,4	4,0	0,0	88,6	2,2	59,4
	III	3,1	-0,1	6,9	0,0	83,3	3,5	57,5
За місяць		2,2	-0,7	5,6	2,6	86,6	3,0	62,6
За рік		11,7	6,9	16,8	750,1	74,0	2,9	55,2

Додаток Б.12

Метеорологічні показники метеостанції Херсон за 2016 рік [18]

Місяць	Декада	Середня температура повітря (Т), °С	Мінімальна (Тn) та максимальна (Тх) температура, °С		Кількість опадів (RRR), мм	Відносна вологість повітря (U), %	Швидкість вітру (Ff), м/с	Загальна хмарність (N), %
Січень	I	-5,2	-8,1	-2,5	39,1	90,9	2,0	70,1
	II	-1,0	-3,0	1,9	48,2	89,4	3,4	72,5
	III	-3,5	-6,7	-0,5	12,2	87,8	2,5	62,4
За місяць		-3,2	-6,0	-0,4	99,5	89,3	2,6	68,3
Лютий	I	2,2	-0,7	6,6	19,4	87,4	3,4	64,8
	II	4,3	0,9	8,4	23,1	84,9	3,5	68,1
	III	6,3	3,0	10,0	1,9	84,4	2,9	81,8
За місяць		4,3	1,1	8,3	44,4	85,6	3,3	71,6
Березень	I	7,8	4,2	12,3	9,5	85,2	3,3	67,1
	II	4,3	0,9	8,5	0,3	71,3	4,0	74,6
	III	6,8	2,3	11,7	14,3	76,9	4,2	76,3
За місяць		6,3	2,5	10,8	24,1	77,8	3,8	72,7
Квітень	I	11,3	4,9	18,3	1,0	62,9	2,6	45,4
	II	14,3	9,4	20,9	64,4	77,5	3,8	70,6
	III	12,4	7,4	17,7	18,5	73,6	2,2	58,8
За місяць		12,6	7,2	19,0	83,9	71,3	2,9	58,3
Травень	I	14,5	9,0	20,4	13,3	71,8	1,9	63,3
	II	15,3	10,7	20,4	55,7	79,2	2,1	58,0
	III	18,5	13,4	24,2	34,4	77,1	1,7	61,9
За місяць		16,1	11,0	21,6	103,4	76,0	1,9	61,1
Червень	I	17,8	12,5	22,7	26,1	70,5	2,1	57,8
	II	21,9	16,4	27,6	25,0	74,5	1,6	59,9
	III	26,5	20,3	33,2	19,4	61,6	2,5	33,9
За місяць		22,0	16,4	27,8	70,5	68,9	2,1	50,5
Липень	I	22,4	16,4	28,6	30,9	61,3	2,3	45,6
	II	25,8	17,9	32,5	0,0	58,9	2,0	20,4
	III	25,0	17,5	32,2	25,0	54,3	1,7	34,7
За місяць		24,4	17,2	31,1	55,9	58,2	2,0	33,6
Серпень	I	26,0	18,9	33,3	1,2	55,4	2,9	23,6
	II	23,3	16,7	30,4	0,0	58,0	2,8	45,6
	III	24,7	19,5	31,1	44,5	62,1	2,9	57,1
За місяць		24,7	18,4	31,6	45,7	58,5	2,9	42,1
Вересень	I	21,9	13,8	29,2	0,0	56,7	1,3	9,1
	II	18,7	12,9	24,2	41,0	61,8	2,9	36,3
	III	13,2	7,3	17,9	0,1	71,3	2,2	60,8
За місяць		17,9	11,3	23,8	41,1	63,3	2,1	35,4
Жовтень	I	13,9	9,1	19,3	52,3	83,4	1,6	48,1
	II	6,3	2,8	10,5	60,0	81,8	3,3	65,2
	III	5,3	1,8	9,7	0,2	74,7	2,9	69,1
За місяць		8,5	4,6	13,2	112,5	80,0	2,6	60,8
Листопад	I	8,1	5,0	11,6	20,9	84,4	2,6	78,4
	II	2,9	1,0	5,5	37,0	90,0	3,9	83,5
	III	0,9	-1,1	3,2	0,1	86,8	2,7	73,2
За місяць		4,0	1,6	6,8	58,0	87,1	3,1	78,4
Грудень	I	-0,2	-3,5	2,7	26,6	83,3	3,7	64,3
	II	-1,7	-3,5	0,9	7,1	86,2	3,5	79,6
	III	-1,8	-4,0	0,3	6,2	89,8	2,7	71,2
За місяць		-1,2	-3,7	1,3	39,9	86,4	3,3	71,7
За рік		11,4	6,8	16,2	778,9	75,2	2,7	58,7

Додаток В.2

Біокліматична характеристика сільськогосподарських культур

Культура	Вегетаційний період (включно з періодами спокою), діб	Біологічний мінімум температур по періодам, +°C		Біологічний оптимум формування господарсько-корисних органів, +°C	Температури, що викликають загибель сходів, або озимих рослин при збиранні, °C	Необхідна сума активних температур за вегетацію, °C	Транспіраційний коефіцієнт	Фотоперіодична реакція культури
		формування вегетативної маси	формування господарсько-корисних органів					
Озима пшениця	280-300	4-6	12-14	18-24	17-25	1400-1800	400-300	довгого дня
Озиме жито	260-280	4-6	12-14	16-20	2,5-3,0	1200-1600	350-550	довгого дня
Озимий ячмінь	255-275	4-6	12-14	17-22	12-15	1200-1600	450-600	довгого дня
Яра пшениця	80-120	4-6	12-14	18-24	6-8	1100-1600	400-550	довгого дня
Ярий ячмінь	60-90	4-6	10-12	15-22	6-9	1000-1800	450-600	довгого дня
Овес	80-100	4-6	10-12	16-22	6-8	1000-1800	450-600	довгого дня
Кукурудза	90-150	10-13	13-15	20-25	24	2000-3000	250-400	короткого дня
Суданська трава	100-130	10-12	14-16	25-30	2-4	1300-1700	300-400	короткого дня
Просо	70-110	10-12	15-17	18-24	1-2	1200-1800	200-300	короткого дня
Горox	65-100	4-6	10-12	15-16	5-7	1200-1600	453-700	довгого дня
Соя	90-150	12-13	15-18	18-22	2-3	1600-3000	450-550	нейтральна
Соняшник	100-150	6-8	12-14	20-26	3-5	1800-2600	600-900	нейтральна
Ріпак ярий	80-100	4-6	10-12	18-20	8-10	700-900	400-600	довгого дня
Ріпак озимий	300-320	4-6	10-12	18-20	18-20	1200-1400	500-700	довгого дня
Цукрові буряки	150-180	6-8	10-12	18-22	4-5	2000-2700	250-450	довгого дня
Гречка	60-120	8-10	10-12	16-20	2-3	1100-1500	500-600	короткого дня
Рис	90-130	14-15	16-18	20-25	0,5-1,0	2500-3000	500-700	короткого дня
Сорго	100-150	12-14	15-17	25-30	2-4	2000-3000	125-250	короткого дня
Кавун	65-100	16-18	20-22	25-30	0,5-1,0	1200-1300	550-650	короткого дня
Дня	65-90	15-16	18-20	24-28	0,5-1,0	1200-1700	560-660	короткого дня
Гарбуз	90-140	14-16	18-20	22-25	1-2	2400-2800	800-850	короткого дня
Кабачок	45-60	12-15	15-17	20-27	0,5-1,0	1000-1500	500-550	короткого дня
Томат	90-160	10-14	12-15	22-25	0,5-1,0	2400-3100	300-350	короткого дня
Огірок	55-70	12-16	15-17	20-25	1-2	1400-2300	400-500	короткого дня
Капуста	70-160	6-10	12-14	16-18	3-5	1200-2800	500-560	довгого дня
Цибуля	130-150	6-8	12-14	20-26	2-3	1800-2600	300-350	довгого дня

Додаток В.3

Необхідність основних культур у ФАР за вегетаційний період

Культура	Міжфазний період	П _ф ±s	П _ф .ст
Озима пшениця	Сівба - кущіння	180±29	180
	ВВ - кущіння	532±50	532
	ВВ - ПС	1039±59	1039
Яровий ячмінь	Сівба - МС	742±84	742
	Сівба - ВС	880±75	880
Овес	Сівба - МС	884±92	884
	Сівба - ВС	1035±96	1035
Горох	Сівба - цвітіння	536±67	536
	Сівба - збирання	880±71	880
Просо	Сівба - формування волоті	616±75	716
	Сівба - ПС	918±75	1067
Гречка	Сівба - дозрівання зерна	900±64	978
Соя	Сівба - дозрівання зерна	1510±70	1770
Соняшник	Сівба - цвітіння	851±83	896
	Сівба - дозрівання насіння	1206±100	1270
Кукурудза рання	Сівба - формування волоті	712±54	828
	Сівба - МС	1018±71	1184
	Сівба - ВС	1261±71	1467
Кукурудза середньостигла	Сівба - формування волоті	792±59	920
	Сівба - МС	1081±67	1257
	Сівба - ВС	1353±80	1574
Кукурудза середньопізня	Сівба - формування волоті	817±59	950
	Сівба - МС	1089±74	1266
	Сівба - ПС	1400±92	1628
Кукурудза пізня	Сівба - ПС	1513±92	1760
Суданська трава	Сівба - I укіс	691±58	820
	I - II укіс	356±63	414
	II - III укіс	230±29	267
	III - IV укіс	230±29	267

Примітки: ВВ - відновлення вегетації; МС - молочна стиглість; ПС - повна стиглість

Додаток Д.1



Додаток Д.2

Схема
зрошуваної ділянки від НС № 29
Чулаківської с/р
Голопристанського району
Херсонської області



Додаток Д.3

Розрахункові значення питомої продуктивності зрошувальної води залежно від фаз розвитку рослин при зниженні вологості ґрунту нижче критичних значень, к.од./м³

Культура	Фази або періоди розвитку	Значення питомої продуктивності зрошувальної води
Пшениця озима (ячмінь озимий)	Відновлення вегетації	1,5
	Вихід у трубку	5,5
	Вихід у трубку – колосіння	4,5
Кукурудза на зерно	Сходи – 15 листків	0
	15 листків – формування зерна	6,5
	Формування зерна – молочно-воскова стиглість	3,0
Кукурудза на силос	Сходи – 15 листків	2,5
	15 листків – формування зерна	5,5
	Формування зерна – молочно-воскова стиглість	0
Кукурудза у післяжнивних посівах	Сходовикликаючий полив	6,5
	Сходи – 15 листків	1,5
	15 листків – формування зерна	2,0
	Формування зерна – молочно-воскова стиглість	0,5
Буряки кормові	Сівба – початок посиленого росту коренеплодів	1,5
	Посилений ріст листкового апарату і коренеплодів	3,0
	Продовжується ріст коренеплодів, листя поступово відмирають	0,5
Люцерна	1-й укіс: відростання	4,5
	накопичення біомаси	2,5
	2-й укіс: відростання	3,5
	накопичення біомаси	1,5
	3-й укіс: відростання	1,2
	накопичення біомаси	0,5
	4-й укіс: відростання	0,8
	накопичення біомаси	0,4
Картопля	Від сходів – до початку цвітіння	0,5
	Початок цвітіння – припинення росту листкового апарату	4,5
	Припинення росту листкового апарату – природне в'янення	0,6
Соя	Від сходів – до початку цвітіння	0,5
	Від початку цвітіння до наливу бобів	5,0
	Налив бобів – дозрівання	3,5

Додаток І.1

Динаміка мінералізації та іонно-сольового складу зрошувальної води р. Дніпро
з середніми значеннями за вегетаційні періоди 1973-2015 рр.

Роки	Мин., г/л	Аніони, мек/дм ⁴				Катіони, мек/дм			рН	Клас- тер
		CO ²⁻ ₃	HCO ⁻ ₄	Cl ⁻	SO ²⁻ ₄	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺		
1973	0,29	0,21	2,12	0,72	1,15	2,64	1,45	1,41	7,48	1
1973	0,42	0,26	2,15	0,49	1,42	2,12	1,77	1,06	8,12	5
1975	0,45	0,04	4,05	0,84	1,24	2,41	0,72	1,40	7,26	1
1976	0,48	0,28	2,84	1,15	1,81	1,85	1,24	1,46	7,49	5
1977	0,42	0,18	4,11	1,15	1,84	1,91	1,46	1,24	7,97	5
1978	0,29	0,11	289	0,97	1,11	2,45	1,48	1,45	8,09	5
1979	0,42	0,1	2,99	0,99	1,01	2,61	0,99	1,44	8,12	1
1980	0,45	0,14	2,6	0,94	1,4	2,15	1,41	1,52	7,99	2
1981	0,48	0,1	2,81	1,6	1,22	2,7	1,92	1,12	7,49	2
1982	0,42	0,12	2,94	1,95	1	2,17	1,89	2,44	7,97	1
1984	0,49	0,1	4,55	1,02	1,95	2,45	1,77	2,5	8,1	1
1984	0,47	0,14	2,71	1,45	1,5	2,01	2,61	1,08	8,02	4
1985	0,46	0,14	2,45	1,25	2,46	2,42	1,88	1,86	8,08	2
1987	0,49	0,22	2,51	0,86	1,28	2,4	1,22	1,44	8,45	2
1988	0,44	0,07	2,64	0,85	1	2,44	1,04	1,18	8,24	5
1989	0,47	0,14	2,95	0,91	1,47	2,46	1,41	1,6	8,49	2
1990	0,49	0,29	2,82	0,95	1,74	2,26	1,76	1,78	8,68	1
1991	0,41	0,06	2,91	0,99	1,21	2,45	1,44	1,29	8,48	5
1992	0,45	0,08	4,06	0,96	0,94	2,68	0,92	1,44	8,4	2
1994	0,44	0,06	2,8	1,12	1,2	2,4	0,2	1,02	8,4	1
1994	0,49	0,11	2,92	1,18	1,75	1,75	4,1	1,01	7,51	2
1995	0,41	0,75	2,8	1,68	2,6	1,4	4,2	1,48	7,4	4
1996	0,47	0,12	2,6	1,44	2,5	2,9	4,1	1,4	8,45	4
1997	0,47	0,04	4,1	0,95	0,95	2,67	0,94	1,44	8,45	4
1998	0,45	0,07	2,15	1,2	1,45	1,7	1,08	1,99	8,21	1
1999	0,47	0,07	2,75	0,95	1,2	2,4	1,2	1,47	8,49	2
2000	0,74	0,05	4,15	0,9	1,41	2,49	1,44	1,68	8,19	2
2001	0,51	0,07	2,7	0,84	0,99	2,4	1,05	1,24	8,44	1
2002	0,48	0,1	4,1	0,94	1,74	2,44	1,76	1,77	8,1	2
2004	0,44	0,11	2,92	0,9	1,15	2,41	1,44	1,24	8,28	1
2004	0,45	0,06	4,1	0,94	1,76	2,41	1,77	1,78	8,49	2
2005	0,40	0,1	4,14	0,9	0,9	2,67	0,94	1,44	8,44	1
2006	0,48	0,14	2,61	1,01	1,21	2,15	1,45	1,46	8,21	1
2007	0,42	0,08	2,7	1,45	1,54	2,1	2,52	1,08	8,09	2
2008	0,46	0,11	2,81	1,04	1,56	2,4	1,75	1,45	8,27	4
2009	0,42	0,09	2,91	0,8	1,62	1,8	1,28	1,66	8,47	2
2010	0,48	0,08	4,08	0,94	0,94	1,41	1,77	1,47	8,48	4
2011	0,45	0,11	2,51	1,41	1,14	2,49	0,88	1,05	8,17	2
2012	0,48	0,15	2,64	1,25	1,47	2,26	1,47	1,55	7,94	4
2014	0,49	0,14	2,78	1,07	1,27	2,25	1,16	1,82	7,29	4
2014	0,59	0,05	4,17	1,2	1,45	2,48	1,46	1,46	8,15	4
2015	0,46	0,09	2,44	0,92	1,06	2,21	2,24	1,48	8,44	4

Додаток І.2

Ступінь природної вологозабезпеченості років (Р, %) визначали залежно від дефіциту випаровуваності (ДЕ, мм)

Характеристика років	Пшениця			
	№ з/п	Р	Рік	ДЕ
1	2	3	4	5
ВОЛОГІ	1	1,1	1946	484,6
	2	2,6	1968	459,5
	4	4,1	2007	459,2
	4	5,7	1947	457,0
	5	7,2	1951	448,5
	6	8,7	2004	442,6
	7	10,2	1964	417,1
	8	11,8	2008	411,6
	9	14,4	2014	410,2
	10	14,8	1950	295,4
	12	17,9	1975	276,1
	14	19,4	1996	274,9
	14	20,9	1962	267,7
	15	22,5	1979	262,4
	16	24,0	1960	254,4
	17	25,5	2002	248,4
	18	27,1	1958	244,0
	19	28,6	1984	244,9
	20	40,1	1949	242,4
	21	41,7	1965	229,5
	22	44,2	1948	226,5
	24	44,7	2000	225,7
	24	46,2	1986	224,9
	25	47,8	1957	224,4
	26	49,4	1976	224,0
	27	40,8	1959	221,8
	28	42,4	2012	219,5
	29	44,9	1967	218,0
	40	45,4	2005	214,4
	41	46,9	1984	209,6
	42	48,5	1966	209,4
	СЕРЕДНІ	44	50,0	1999
44		51,5	1992	192,8
45		54,1	1981	189,7
46		54,6	2014	188,4

Продовження додатку І.2

1	2	3	4	5
СЕРЕДНІ	47	56,1	1989	188,4
	48	57,6	2009	188,0
	49	59,2	1964	179,4
	40	60,7	2006	175,5
	41	62,2	1973	174,2
	42	64,8	2010	164,6
	44	65,4	1994	159,8
	44	66,8	1969	157,4
	45	68,4	1994	149,0
	46	69,9	1995	147,5
	47	71,4	2008	149,4
	48	72,9	2004	147,9
	49	74,5	1955	144,4
	СЕРЕДНЬО- СУХІ	50	76,0	1970
51		77,5	2001	142,0
52		79,1	1997	127,4
54		80,6	1987	118,4
54		82,1	2011	109,8
55		84,6	1978	109,4
56		85,2	1991	104,0
57		86,7	1988	96,1
58		88,2	1998	92,9
59		89,8	1985	91,0
СУХІ	60	91,4	2015	81,0
	61	92,8	1952	79,4
	62	94,4	1954	78,4
	64	95,9	1973	77,2
	64	97,4	1980	45,2
	65	98,9	1977	44,9

Додаток І.3

Розрахункові показники евапотранспірації (E_I) для умов Південного Степу України залежно від середньодобової температури повітря (T , °C) та відносної вологості повітря (a , %), мм/добу (розрахункові показники при неповному покритті поверхні поля травостоєм)

T , °C \ a, %	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30
5,0	–	–	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
6,0	–	–	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
7,0	–	–	–	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
8,0	–	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
9,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
10,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
10,5	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
11,0	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
11,5	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
12,0	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1
12,5	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2
13,0	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3
13,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4
14,0	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5
14,5	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
15,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8
15,5	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9
16,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1
16,5	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2
17,0	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
17,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5
18,0	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
18,5	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
19,0	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0
19,5	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
20,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
20,5	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
21,0	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8
21,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0
22,0	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,2
22,5	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,3	4,4
23,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,3	4,4	4,5	4,6
23,5	3,4	3,5	3,6	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8
24,0	3,6	3,7	3,8	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0
24,5	3,8	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4	4,5	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,3

Продовження додатку І.3

$T, ^\circ\text{C} \backslash a, \%$	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30
25,0	4,0	4,1	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5
25,5	4,2	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7
26,0	4,4	4,6	4,7	4,8	4,9	5,1	5,2	5,3	5,5	5,6	5,7	5,9	6,0
26,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,6	5,7	5,8	6,0	6,1	6,2
27,0	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2	6,3	6,5
27,5	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,8	5,9	6,1	6,2	6,3	6,5	6,6	6,7
28,0	5,3	5,5	5,6	5,7	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6	6,7	6,9	7,0
28,5	5,6	5,7	5,8	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6	6,7	6,8	7,0	7,1	7,3
29,0	5,8	5,9	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,8	7,0	7,1	7,3	7,4	7,5
29,5	6,0	6,2	6,3	6,5	6,6	6,8	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5	7,7	7,8
30,0	6,3	6,5	6,6	6,8	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5	7,7	7,8	8,0	8,1
30,5	6,6	6,7	6,9	7,0	7,2	7,3	7,5	7,6	7,8	7,9	8,1	8,2	8,4
31,0	6,8	7,0	7,1	7,3	7,4	7,6	7,8	7,9	8,1	8,2	8,4	8,5	8,7
31,5	7,1	7,2	7,4	7,6	7,7	7,9	8,0	8,2	8,3	8,5	8,7	8,8	9,0
32,0	7,4	7,5	7,7	7,8	8,0	8,2	8,3	8,5	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3
32,5	7,6	7,8	8,0	8,1	8,3	8,5	8,6	8,8	8,9	9,1	9,3	9,4	9,6
33,0	7,9	8,1	8,3	8,4	8,6	8,7	8,9	9,1	9,2	9,4	9,6	9,7	9,9
33,5	8,2	8,4	8,5	8,7	8,9	9,0	9,2	9,4	9,5	9,7	9,9	10,1	10,2
34,0	8,5	8,7	8,8	9,0	9,2	9,4	9,5	9,7	9,9	10,0	10,2	10,4	10,5
34,5	8,8	9,0	9,1	9,3	9,5	9,7	9,8	10,0	10,2	10,4	10,5	10,7	10,9
35,0	9,1	9,3	9,5	9,6	9,8	10,0	10,2	10,3	10,5	10,7	10,9	11,0	11,2
35,5	9,4	9,6	9,8	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	10,8	11,0	11,2	11,4	11,5
36,0	9,7	9,9	10,1	10,3	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,3	11,5	11,7	11,9
36,5	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,1	11,3	11,5	11,7	11,9	12,0	12,2
37,0	10,4	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,5	11,7	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6
37,5	10,7	10,9	11,1	11,3	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8	12,9
38,0	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,5	12,7	12,9	13,1	13,3
38,5	11,4	11,6	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9	13,1	13,3	13,5	13,7
39,0	11,7	11,9	12,1	12,3	12,5	12,7	12,9	13,1	13,3	13,5	13,7	13,8	14,0
39,5	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8	14,0	14,2	14,4
40,0	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8	14,0	14,2	14,4	14,6	14,8

Додаток К.1

Продуктивність та економічна ефективність зрошення основних сільськогосподарських культур при їх вирощуванні в умовах Південного Степу України (за даними багаторічних польових дослідів Інституту зрошувального землеробства НААН)

Культура	Кількість років досліджень	Урожайність, ц/га		Індекс зрошення	Приріст урожайності від зрошення, ц/га	Вартість приросту врожайності, грн/га	Зрошувальна норма, м ³ /га	Додаткові витрати на отримання приросту врожайності, грн/га		Умовний чистий прибуток від зрошення, грн/га
		при зрошенні	без зрошення					всього	у тому числі на поливи	
Пшениця озима	35	6,63	1,78	3,73	4,9	23290	1750	9529	1692	13761
Ячмінь озимий	21	6,70	2,27	2,95	4,4	20387	1250	9269	1432	11118
Ячмінь ярий	12	4,90	1,46	3,36	3,4	16005	550	8905	1068	7100
Кукурудза на зерно	39	10,11	1,44	7,02	8,7	39024	1950	14633	1796	24391
Кукурудза на силос	35	65,27	17,71	3,69	47,6	14269	2030	9050	1238	5219
Кукурудза на насіння (F-1)	6	4,36	1,04	4,19	3,3	39864	1750	17529	1692	22335
Батівський форми кукурудзи	6	3,85	1,08	3,57	2,8	33264	1600	17451	1614	15813
Буряки цукрові	17	62,87	29,81	2,11	33,1	24962	2470	12903	2066	12058
Буряки кормові	17	165,2	50,3	3,28	114,9	34459	2950	15153	2316	19306
Соя	34	3,51	1,60	2,20	1,9	21988	2100	10886	1874	11102
Соняшник	9	3,38	1,21	2,80	2,2	21068	850	11206	1224	9862
Люцерна 2-го року на з/к	21	64,67	18,01	3,59	46,7	38885	4140	11947	2935	26938
Томати	12	107,2	38,11	2,81	69,1	34531	3050	11380	2368	23151
Картоплярання	7	23,7	15,3	1,56	8,5	21180	940	10521	1271	10659
Люцерна 2-го року на насіння	9	1,10	0,18	6,09	0,9	46100	1870	8766	1754	37334

Додаток К.2

Господарсько-економічні показники різних режимів зрошення (середнє за 2009-2014 рр.)

Культура	Режим зрошення	Зрошувальна норма, м ³ /га	Урожай, т/га		Окупність поливної води, кг/м ³	Витрати води на 1 ц продукції, м ³	Економія на 1 га						скорочення експл. витрат, всього, %
			загальний	приріст від зрошення			поливної води		паливно-мастильних матеріалів		заграт праці		
							м ³	%	кг	%	люд. год.	%	
Кукурудза на зерно	Водозберігаючий	1470	8,94	4,6	3,2	31,6	700	32,3	73,6	49,9	7,8	50,3	12,7
	Оптимальний	2170	9,16	4,9	2,2	44,5	—	—	—	—	—	—	—
Люцерна на сіно	Водозберігаючий	1670	9,94	2,6	1,6	64,7	4070	70,9	215,0	86,3	22,6	87	37,2
	Оптимальний	5740	15,2	7,8	1,4	75,5	—	—	—	—	—	—	—
Буряки кормові	Водозберігаючий	1560	64,4	14,4	9,2	10,8	1560	50,0	56,6	50,0	5,9	49,6	29,8
	Оптимальний	3120	65,6	15,7	5,0	20,0	—	—	—	—	—	—	—
Цибуля	Водозберігаючий	1420	42,4	30,7	21,6	4,6	1070	43,0	28,3	76,9	29,8	77,0	2,8
	Оптимальний	2490	64,5	52,8	21,2	4,7	—	—	—	—	—	—	—
Картопля	Водозберігаючий	820	23,1	5,2	6,4	15,8	690	45,7	56,6	50,0	5,9	49,6	1,52
	Оптимальний	1510	24,6	6,7	4,4	22,5	—	—	—	—	—	—	—