

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

МАРКОВСЬКА Олена Євгеніївна

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

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

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Херсон – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України

Науковий консультант: доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент НААН
ВОЖЕГОВА Раїса Анатоліївна,
Інститут зрошувального землеробства НААН,
директор інституту

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор,
член-кореспондент НААН
ТАНЧИК Семен Петрович,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України, завідувач кафедри
землеробства та гербології

доктор сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник
ЦИЛЮРИК Олександр Іванович,
Дніпровський державний аграрно-економічний
університет, в.о. завідувача кафедри рослинництва

доктор сільськогосподарських наук, старший
науковий співробітник
ВАСЮТА Володимир Вікторович,
Інститут водних проблем і меліорації НААН,
головний науковий співробітник відділу зрошення та
дренажу.

Захист відбудеться «28» грудня 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.830.01 Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» за адресою: 73006 Херсон, вул. Стрітенська, 23, ауд. 104.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» за адресою: 73006 Херсон, вул. Стрітенська, 23, та на сайті вищезгаданого навчального закладу.

Автореферат розісланий «27» листопада 2018 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент _____ А. В. Шепель

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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

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

Вирішення цих завдань, зокрема на засадах ресурсозбереження, є сучасним напрямом наукового пошуку й покладено в основу досліджень за темою

дисертаційної роботи. Ці питання та їх вирішення особливого значення набувають і у зв'язку з порушенням традиційних систем землеробства, що зумовило необхідність наукового обґрунтування агроекологічних і технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України.

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

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

➤ 2011-2015 рр. – НТП 03 «Розвиток меліорованих територій», підпрограма 04 «Теоретично обґрунтувати та розробити систему зрошеного землеробства в умовах інтенсифікації виробництва», завдання «Дослідити закономірності змін мікробіологічного стану та фізико-механічних властивостей ґрунтів при оптимізації сівозмін, обробітку ґрунту, удобрення і режимів зрошення, удосконалити методологію створення систем землеробства на зрошуваних землях» (номер державної реєстрації 0111U002664);

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

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

Досягнення поставленої мети здійснювали вирішенням таких завдань:

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

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

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

➤ дослідити динаміку показників фітосанітарного стану посівів за різних способів основного обробітку ґрунту в сівозміні та їх вплив на основні показники його родючості шляхом застосування сучасних методів моделювання технологічних процесів;

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

➤ встановити параметри продуктивності короткоротаційних сівозмін на

зрошуваних землях за різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення;

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

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

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

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

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

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

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

До вагомих результатів наукового дослідження належать:

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

– науково обґрунтовано напрями з оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур для короткоротаційних сівозмін за умов зрошення;

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

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

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

Удосконалено:

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

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

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

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

Набули подальшого розвитку:

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

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

Практичне значення одержаних результатів. За результатами узагальнення багаторічних польових, лабораторних та аналітичних досліджень для збереження та покращення родючості ґрунту, зменшення витрат поливної води, отримання високих, сталих та економічно вигідних урожаїв досліджуваних культур рекомендовано оптимальний добір культур у короткоротаційних сівозмінах із застосуванням біологічно оптимальних режимів зрошення, диференційованої системи основного обробітку ґрунту на фоні органо-мінеральної системи удобрення з сумісним використанням листостеблової маси всіх культур, мінеральних добрив та інокулянтів. Результати досліджень пройшли перевірку в ряді сільськогосподарських підприємств Південного Степу України впродовж 2012-2018 рр., що підтверджено відповідними довідками й актами про впровадження.

Особистий внесок здобувача. Наукові положення, що виносяться на захист, отримано автором у процесі багаторічної науково-дослідної роботи. Основні

результати – ідеї, закономірності, експериментальні дані, моделі, висновки та рекомендації виробництву, отримано особисто дисертантом. Деякі експериментальні дані дисертаційної роботи одержано сумісно з науковими співробітниками й аспірантами відділу зрошувального землеробства Інституту зрошувального землеробства НААН, а результати досліджень представлено у наукових публікаціях.

Апробація результатів дисертації. Матеріали й основні положення дисертаційної роботи оприлюднено й обговорено на міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних конференціях: Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України» (Інститут зрошувального землеробства НААН, м. Херсон, 2009 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми та перспективи розвитку водного господарства і меліорації земель» (Інститут зрошувального землеробства НААН, м. Херсон, 2009 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Інтегроване управління меліорованими ландшафтами» (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, 2011 р.); міжнародній науковій конференції «Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, 2012 р.); VII міжнародній конференції молодих учених та спеціалістів «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных культур» (ВНИИМК, м. Краснодар, 2013 р.); IX Всеукраїнській конференції молодих учених та спеціалістів «Історія освіти, науки і техніки в Україні» (Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН, м. Київ, 2014 р.); міжнародній науковій конференції «Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» (ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон, 2016 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Підвищення ефективності функціонування сільського господарства в умовах зміни клімату» (Інститут зрошувального землеробства НААН, м. Херсон, 2016 р.); регіональній науково-практичній інтернет-конференції «Зрошуване землеробство: сьогодення, проблеми, перспективи» (Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, 2017 р.); науково-практичній інтернет-конференції «Інноваційні технології та препарати в системі органічного землеробства Степу» (Інститут зрошувального землеробства НААН, м. Херсон, 2018 р.); науковій інтернет-конференції «Інноваційні технології в рослинництві» (Подільський державний аграрно-технічний університет, м. Кам'янець-Подільський, 2018 р.).

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

Структура й обсяг дисертаційної роботи. Зміст дисертації викладено на 422 сторінках комп'ютерного тексту (із них основна частина – 225 с.). Робота складається зі вступу, 9 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел (516 найменувань, у тому числі – 69, латиницею) і додатків. Текст роботи ілюстрований 33 рисунками, має 68 таблиць, дисертація містить 48 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень, надано загальну характеристику роботи.

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

Наведено історичні аспекти розвитку систем землеробства, охарактеризовано вплив мінімізованих систем основного обробітку ґрунту й удобрення в польових сівозмiнах на формування біологічної активності, агрофізичних властивостей, водного та поживного режимів, відображено динаміку фітосанітарного стану посівів сільськогосподарських культур за різних систем основного обробітку ґрунту й удобрення, висвітлено складові елементи формування продуктивності та еколого-економічної ефективності функціонування польових сівозмiн на зрошенні.

За результатами аналізу літературних джерел обґрунтовано, що формування короткоротаційних сівозмiн на поливних землях потребує комплексного врахування факторів впливу на продуктивність агроecosystem, зокрема обробітку ґрунту, удобрення, розробки й удосконалення елементів систем інтегрованого захисту рослин з урахуванням екологічних та економічних чинників зони зрошення Південного Степу України.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

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

Закладання польових дослідів проведено згідно з методиками дослідної справи (Доспехов Б. О., та ін., 1985), а також спеціальних методик у галузі меліорації та зрошуваного землеробства (Горяньський М. М. та ін., 1971). Розміщення варіантів у дослідках було систематичним, повторність – чотириразова, площа ділянок – 450 м².

Ґрунт дослідних ділянок – темно-каштановий середньосуглинковий слабкосолонцюватий. Він характеризується розвиненим ґрунтовим профілем, вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см у середньому складає 2,1%, загальних азоту – 0,18, фосфору – 0,16, калію – 2,6%.

Погодні умови у роки проведення досліджень характеризувались суттєвими відмінностями у кількості атмосферних опадів упродовж як осінньої, так і весняно-літньої вегетації сільськогосподарських культур сівозмiни. Гострий дефіцит атмосферних опадів на фоні підвищеного температурного режиму виявився у посушливих 2007 та 2012 роках.

У стаціонарному досліді за умов зрошення упродовж 2007-2010 рр. проводили дослідження з обґрунтування систем основного обробітку ґрунту з використанням ґрунтообробних знарядь з різною конструкцією робочих органів. До складу 4-пільної зернопросапної сівозмiни-1 було включено: пшеницю озиму з післяжнивним посівом проса, кукурудзу на зерно, сою та ріпак ярий.

Досліджували п'ять систем основного обробітку ґрунту, які різнилися між собою способами, прийомами та глибиною розпушування: система різноглибинного основного полицевого обробітку з глибиною розпушування від 20-22 до 28-30 см (варіант 1); система різноглибинного основного обробітку ґрунту без обертання скиби з такою ж глибиною розпушування (варіант 2); система одноглибинного мілкового (12-14 см) обробітку без обертання скиби під усі культури сівозміни (варіант 3); дві системи диференційованого основного обробітку, за яких протягом ротації сівозміни оранку та чизельний обробіток чергували з мілким безполицевим розпушуванням і щільованням (варіанти 4, 5).

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

У 2011-2015 рр. до складу культур зернопросапної сівозміни-2 замість ріпаку ярого включено сою, а замість пшениці озимої – ячмінь озимий з післяжнивною сівбою проса. Досліджували п'ять систем основного обробітку ґрунту, які відрізнялися між собою глибиною розпушування, витратами непоновлюваної енергії на їх виконання. Дослід проводили на фоні двох органо-мінеральних систем удобрення за використання побічної продукції культур сівозміни і внесення добрив дозами – $N_{75}P_{60}$; $N_{97,5}P_{60}$ та інокуляцією насіння сої мікробними препаратами АБМ, Ризогумін.

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

У польових досліді висівали районовані для Степової зони сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні». Урожай сільськогосподарських культур у досліджуваних сівозмінах визначали шляхом механізованого або ручного збирання з подальшим зважуванням. Визначали структуру врожаю, співвідношення соломи та зерна, стебел і качанів у кукурудзи з перерахунком на суху й абсолютно суху речовину, враховували біомасу післяжнивно-кореневих залишків з визначенням вмісту загальної та обмінної біологічної енергії в урожаї. Дані всіх обліків, аналізів і спостережень обробляли на ЕОМ методом дисперсійного, кореляційно-регресійного аналізу (Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В., 2010, 2014).

Щільність складення орного шару визначали методом ріжучого кільця (ДСТУ ISO 11272), водопроникність – методом заливних майданчиків у тригодинній

експозиції з подальшим визначенням глибини промочування (ДСТУ 4362:2004).

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом. Сумарне водоспоживання посівами сільськогосподарських культур – за методом водного балансу (Костяков А. Н., 1961). Коефіцієнт продуктивності зрошення (CWP_E) визначали за методикою, розробленою вченими ФАО ООН (Sadras V. O., Cassman K. G. G., Grassini P. та ін., 2015). Цей показник характеризує співвідношення між приростом урожайності культур короткоротаційної сівозміни від застосування штучного зволоження до різниці евапотранспірації між зрошуваними і неполивними ділянками.

Вміст нітратів у ґрунті визначали за методом Грандваль-Ляжу (ДСТУ ISO 14255:2005), нітрифікаційну здатність – за Кравковим, рухомий фосфор – за Мачигіним, обмінний калій – на полуменевому фотометрі (ДСТУ 4114-02), гумус – за методом Тюріна-Конової. Мікробіологічні дослідження ґрунту проводили за методикою Звягінцева Д. Г. (1991).

Забур'яненість посівів визначали згідно з методикою випробування і застосування пестицидів (Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. та ін., 2001) у 10 точках по діагоналі у двох несуміжних повтореннях з обліком кількості бур'янів на майданчиках 1 м^2 на початку вегетації і під час збирання врожаю культур короткоротаційної сівозміни з визначенням видового складу й маси бур'янів.

В оцінці економічної та енергетичної ефективності агротехнічних прийомів і технологій вирощування сільськогосподарських культур у сівозмінах користувалися технологічними картами, складеними на основі методичних рекомендацій і нормативних документів (Жуйков Г. Є., 2008). Еколого-економічну оцінку застосування добрив проводили згідно з методикою Філіп'єва І. Д., Гамаюнової В. В., Димова О. М. та ін. (2001).

Енергетичну оцінку розроблених елементів технології вирощування сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях проведено згідно з методиками (Медведовський О. К., Іваненко П. І., 1988; Тараріко Ю. О., 2011).

АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ДИНАМІКА ВОДНОГО РЕЖИМУ ТЕМНО-КАШТАНОВОГО ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЙОГО ОБРОБІТКУ

Багатьма меліоративними дослідженнями встановлено, що найсприятливіші умови для фізико-хімічних, біологічних процесів створюються за оптимальної будови оброблюваного шару ґрунту, тому необхідно обґрунтувати такі параметри розпушеності або щільності складення ґрунту, які були б найсприятливішими для росту й розвитку сільськогосподарських культур в умовах зрошення.

Дослідженнями за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) встановлено, що щільність складення ґрунту залежно від основного обробітку під культурами сівозміни – пшениця озима, кукурудза на зерно, соя, ріпак ярий, змінювалася неістотно (табл. 1). На початку вегетації цей показник у верхньому шарі ґрунту 0-10 см був мінімальним – у межах $1,18-1,19 \text{ г/см}^3$ за використання полицевої, безполицевої різноглибинної систем основного обробітку ґрунту. Визначено збільшення щільності складення до $1,30-1,31 \text{ г/см}^3$ у шарі ґрунту 20-40 см на

ділянках з безполицевим одноглибинним мілким обробітком.

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

Спостереження за зміною щільності складення шару ґрунту 0-40 см упродовж 2007-2010 рр. під впливом обробітку знаряддями з робочими органами різної конструкції дозволили визначити, що досліджуваний показник коливався у межах 1,23-1,28 г/см³, тобто був оптимальним для росту й розвитку рослин.

Таблиця 1

Щільність складення ґрунту під культурами сівозміни-1 залежно від систем основного обробітку, г/см³ (середнє за 2007-2010 рр.)

№ з/п	Система Основного обробітку ґрунту	Шар ґрунту, см				
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-40
На початку вегетації						
1	Полицева різноглибинна	1,18	1,23	1,25	1,26	1,23
2	Безполицева різноглибинна	1,19	1,26	1,28	1,27	1,25
3	Безполицева одноглибинна мілка	1,21	1,28	1,31	1,30	1,27
4	Диференційована-1	1,20	1,26	1,27	1,28	1,25
5	Диференційована-2	1,20	1,26	1,27	1,28	1,25
НІР ₀₅ , г/см ³ – 0,05						
Перед збиранням урожаю						
1	Полицева різноглибинна	1,21	1,25	1,28	1,28	1,26
2	Безполицева різноглибинна	1,21	1,27	1,31	1,29	1,27
3	Безполицева одноглибинна мілка	1,22	1,30	1,31	1,31	1,28
4	Диференційована-1	1,21	1,27	1,29	1,28	1,26
5	Диференційована-2	1,23	1,29	1,29	1,29	1,27
НІР ₀₅ , г/см ³ – 0,07						

За результатами експериментальних досліджень за ротацію сівозміни-2 (2011-2015 рр.) встановлено, що в період сходів культур сівозміни (кукурудза на зерно, соя, ячмінь озимий, соя) у варіантах безполицевого основного обробітку щільність складення шару ґрунту 0-40 см становила 1,34-1,36 г/см³, а у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованих систем – 1,33-1,34 г/см³. Такий рівень щільності складення забезпечував сприятливі умови для росту й розвитку ячменю озимого, проте був вищим на 4,6-7,1%, порівняно з біологічно обґрунтованим для кукурудзи та сої.

Важливе значення у початковий період росту рослин має динаміка змін щільності складення із заглибленням від 0-10 до 30-40 см. Найбільш розпушеним шар ґрунту 0-20 см виявився у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні, а застосування безполицевого обробітку, як глибокого, так і мілкового, призводило ущільнення із заглибленням від 0-10 до 10-20 см на 4,0-8,8%, порівняно з контролем (рис. 1).

Опади осінньо-зимового періоду та вегетаційні поливи значно ущільнили ґрунт. Водночас збереглась закономірність, відзначена в початковий період

вегетації – за безполицевих способів обробітку показники щільності складення ґрунту були вищими за біологічно обґрунтовані для кукурудзи і сої на 6,9-7,7%. У цей період суттєвіше проявилось ущільнення нижчих шарів ґрунту (20-30, 30-40 см), порівняно з шарами 0-10 та 10-20 см, як за варіантами досліджу, так і за культурами сівозміни.

Максимальні показники щільності складення в шарі ґрунту 30-40 см, у середньому по сівозміні, відповідали варіанту тривалого застосування мілкої обробітку на глибину 12-14 см у системі одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту і склали 1,40-1,42 г/см³. Проте істотної різниці в значеннях досліджуваного показника в шарі ґрунту 0-40 см між варіантами досліджу не встановлено.

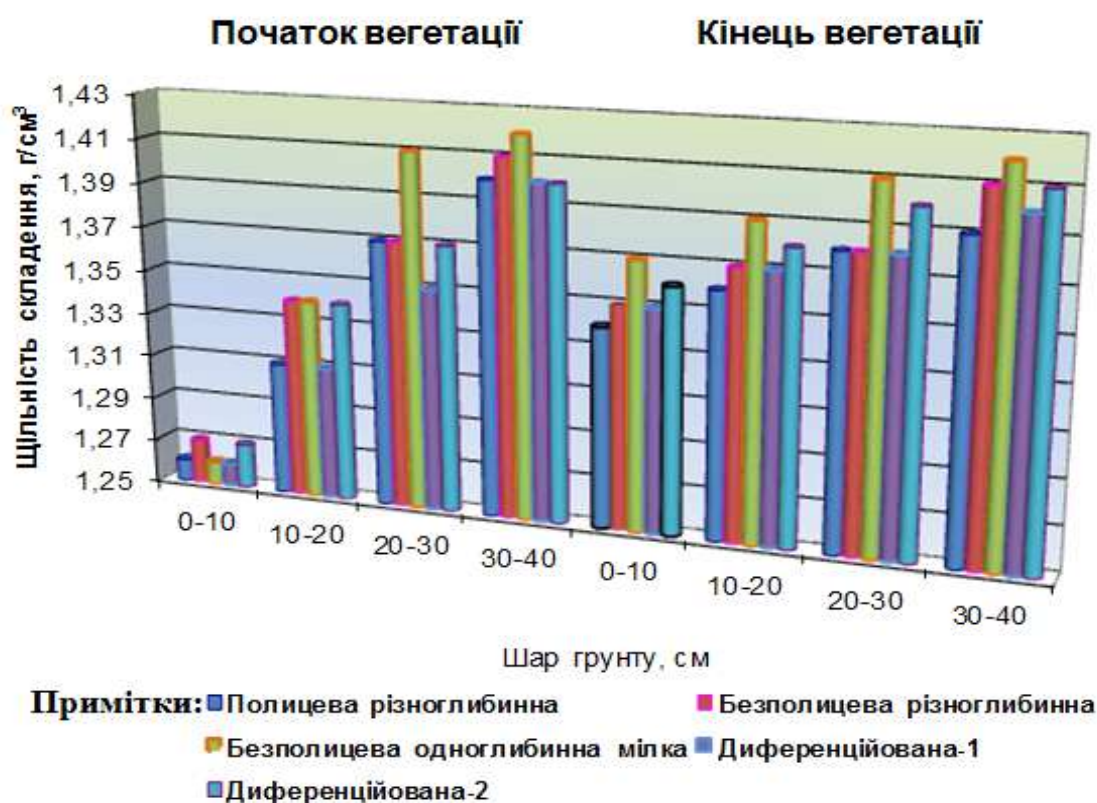


Рис. 1 Динаміка щільності складення шару ґрунту 0-40 см на початку та в кінці вегетації сільськогосподарських культур сівозміни залежно від досліджуваних систем основного обробітку ґрунту, г/см³ (середнє за 2011-2015 рр.)

У прямій залежності від щільності складення орного шару ґрунту знаходиться його пористість. Оптимальні параметри загальної пористості темно-каштанового ґрунту для більшості сільськогосподарських культур знаходяться в межах 50-54% від загального об'єму, що відповідає щільності складення 1,20-1,30 г/см³. На початку відновлення вегетації пшениці озимої у середньому за 2007-2010 рр. пористість становила 51,0-52,6%. Істотної різниці між варіантами основного обробітку ґрунту у визначенні пористості за періодами вегетації, як в окремі роки проведення досліджень, так і в середньому за ротацію сівозміни, не виявлено.

Результати досліджень за 2011-2015 рр., свідчать, що варіанти обробітку ґрунту за показниками пористості шару ґрунту 0-40 см на початку вегетації культур суттєво не різняться між собою. Найбільші значення досліджуваного показника – 48,8 та 48,9%, відповідали варіантам оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4), а тривале застосування мілкого обробітку ґрунту на 12-14 см у системі одноглибинного безполицевого обробітку в сівозміні (варіант 3) призводило зниження пористості на 1,6 %.

До періоду збирання врожаю ґрунт ущільнився, а пористість зменшилась до 46,0-47,4%, або на 2,9-4,2%. Істотної різниці між варіантами основного обробітку ґрунту не визначено. Показники пористості ґрунту навіть за тривалого застосування одноглибинного мілкого безполицевого розпушування (варіант 3) знаходились в оптимальних межах для ячменю озимого й не відповідали біологічним вимогам до них таких культур сівозміни, як соя та кукурудза.

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

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

У вирощуванні сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах застосовували біологічно оптимальні режими зрошення, які базуються на методологічних підходах оптимального забезпечення потреб рослин у волозі впродовж усього вегетаційного періоду на рівні 75-80% НВ. Слід відзначити, що основні елементи режимів зрошення – кількість поливів та зрошувальні норми, істотно залежали від біологічних особливостей культур сівозмін, значно змінювалися в окремі роки досліджень залежно від погодних умов вегетаційного періоду, зокрема дефіциту природного вологозабезпечення. Так, у середньовологі та середні роки, наприклад 2008 і 2010, кількість поливів зменшилася до 1-3, а зрошувальна норма складала 400-1200 м³/га. Навпаки, у середньосухі та сухі роки, зокрема в 2012 р., унаслідок гострого дефіциту опадів, високих температур і низької вологості повітря, виникла потреба у збільшенні кількості поливів під час вирощування сої та кукурудзи до 7-8, а зрошувальної норми – до 2700-3500 м³/га.

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

глибина проникнення кореневої системи. Найменшою кількістю поливів і зрошувальними нормами вирізнялися пшениця озима та ріпак ярий. Під час вирощування ячменю виникла потреба у проведенні двох поливів з середньою зрошувальною нормою 760 м³/га. Максимальною інтенсивністю штучного зволоження з проведенням п'яти поливів зі зрошувальними нормами 2169-2177 м³/га виявилася за вирощування в короткоротаційних сівозмінах сої та кукурудзи на зерно. Отже, отримані дані доцільно використовувати для планування та оперативного коригування біологічно оптимальних режимів зрошення як для конкретних культур з урахуванням їх біологічних потреб у волозі, так і на рівні короткоротаційних сівозмін загалом.

Зміна агрофізичних властивостей ґрунту безпосередньо впливала на його водний режим. Так, сумарне водоспоживання, у середньому по сівозміні, за результатами досліджень 2011-2015 рр. коливалося в межах 2890-3070 м³/га, тобто з несуттєвою різницею за варіантами досліджуваних систем обробітку ґрунту в межах 0,8-3,2% (табл. 2).

Таблиця 2

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

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

У розрізі культур сівозміні цей показник перевищував 3000 м³/га у кукурудзи на зерно та сої, а у ячменю озимого – зменшився до 2170 м³/га, або на 32,6-33,4%. Коефіцієнт варіації сумарного водоспоживання культур сівозміні мав низькі значення, з незначним їх підвищенням до 6,1-6,9% у варіантах з кукурудзою та ячменем.

Найбільш ефективним використання вологи на формування одиниці врожаю з мінімальними значеннями коефіцієнта водоспоживання, як зерновими, так і просапними культурами, визначали у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в

сівозміні (варіант 1) та диференційованої-1 системи (варіант 4).

За оранки у системі диференційованого основного обробітку на формування однієї тонни зерна кукурудза витратила 440-480 м³ води, у той час як за дискового розпушування у системі безполицевого одноглибинного мілкового обробітку витрати вологи зростали до 740 м³. Таку ж закономірність у зростанні сумарного водоспоживання визначили і для посівів сої та ячменю озимого.

Максимальним коефіцієнт продуктивності зрошення у порівнянні сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни сформувався за вирощування кукурудзи на зерно – 3,13, а найменшим його рівень (0,55) визначений у ріпаку ярого, що зумовлено низькою врожайністю цієї культури та неістотними відмінностями показників евапотранспірації.

За другого диференційованого обробітку ґрунту (варіант 5) при вирощуванні пшениці озимої коефіцієнт продуктивності зрошення збільшився до 1,39. Середньофакторіальні значення коефіцієнта продуктивності зрошення найвищого рівня – 1,50-1,59 досягли за використання різноглибинного полицевого (варіант 1) та першого диференційованого (варіант 4) обробітку ґрунту, оскільки цей показник перевищував мінімальний третій варіант на 32,7-40,7%.

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

Відповідно до результатів наукових досліджень, визначено, що за біологічно оптимального режиму зрошення кількість амоніфікуючих мікроорганізмів під посівами ячменю озимого, кукурудзи на зерно та сої в шарі ґрунту 0-40 см на початку вегетації була найбільшою у варіанті полицевого обробітку ґрунту та варіювала у межах 20,0-30,0 млн шт./г, дещо нижчою вона була за безполицевого обробітку (глибокого чизельного розпушування) і коливалася в межах 18,9-28,2 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту.

У варіанті одноглибинного мілкового безполицевого обробітку чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів була найменшою серед досліджуваних систем основного обробітку ґрунту, а відносно контролю знижувалась на 8,1-23,0%. У варіанті диференційованої системи обробітку ґрунту з дисковим розпушуванням під ячмінь на 12-14 см чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів, порівняно з контролем, зменшилася на 16,4-26,1%.

Аналогічно під впливом способу основного обробітку ґрунту змінювалась і кількість олігонітрофільних мікроорганізмів. Найбільше їх було в ґрунті варіанта різноглибинної оранки: у шарі 0-40 см – 21,73 млн шт./г. У варіантах диференційованих систем основного обробітку з поверхневим розпушуванням ґрунту на глибину 8-10 см їх було менше на 14,7%, а за мілкового розпушування на 12-14 см зниження склало 22%, тоді як у варіанті одноглибинного мілкового безполицевого обробітку ґрунту їх кількість зменшилася на 27,9%.

Закономірне збільшення чисельності амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см відбувалось у варіанті з різноглибинною оранкою і перед збиранням урожаю. У варіантах диференційованої системи обробітку ґрунту кількість амоніфікаторів за варіантами дослідів у шарі ґрунту

0-40 см у період збирання врожаю зменшилася, порівняно з контролем, на 2,4-10,6 %, а олігонітрофілів – відповідно на 5,7-8,2%.

Аналізуючи кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у ґрунті на початку вегетації, визначено, що у шарі ґрунту 0-40 см їх було найменше у варіанті оранки на глибину 20-22 см (8,96 тис. шт.), тоді як за безполицевого обробітку на таку ж глибину їх кількість зросла на 38,3%, а у ґрунті варіантів диференційованих систем з лущенням на 8-10 та 12-14 см збільшення склало відповідно 5,6 та 16,7 %. Перед збиранням урожаю ячменю чітко простежували перевагу впливу на чисельність нітрифікуючих мікроорганізмів поверхневого обробітку на 8-10 см за диференційованої системи обробітку, де їх налічувалося до 9,19 тис. шт. У варіанті оранки на 20-22 см їх кількість зменшилась на 10,1 %.

На початку вегетації сої, максимальну кількість олігонітрофілів у шарі ґрунту 0-40 см визначено на фоні оранки на глибину розпушування 23-25 см. В інших варіантах спостерігали зменшення їх кількості в ґрунті від 1,4 до 5,6%. Перед збиранням урожаю сої на фоні внесення $N_{60}P_{60}$ кількість олігонітрофільних мікроорганізмів у середньому зменшилася на 16,7%, а за використання на цьому фоні біопрепарату АБМ – на 9,0%. За безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту (варіант 2) наприкінці вегетаційного періоду відзначено збільшення кількості цих мікроорганізмів з 18,3 до 18,9 та 19,0 млн шт., або на 3,4-3,9%.

Максимальна кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см на початку вегетації сої виявилася на фоні дискового обробітку на 12-14 см зі щільуванням до 40 см у системі диференційованого основного обробітку ґрунту (варіант 4), що становило 8,8 тис. шт., тоді як за інших систем обробітку ґрунту – 8,0-8,7 тис. шт./г абсолютно сухого ґрунту. На фоні внесення $N_{60}P_{60}$ за глибокого полицевого та безполицевого обробітку кількість целюлозоруйнуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см від початку вегетації і до збирання врожаю сої збільшилася на 6,7 та 23,4%, а за безполицевого мілкового на 12-14 та у варіантах з диференційованим обробітком на глибину 14-16 см збільшення коливалось в межах 37,7-45,4%. Із застосуванням на цьому фоні АБМ кількість мікроорганізмів у ґрунті збільшилася відповідно на 11,0-21,7 та 34,4-46,6%.

Дослідження змін чисельності різних груп мікроорганізмів за застосування різних систем удобрення й обробітку ґрунту в сівозміні на зрошенні свідчать про те, що кожна сільськогосподарська культура створює в ґрунті характерне для неї мікробне угруповання. Так, на початку весняної вегетації сільськогосподарських культур у середньому по сівозміні на фоні внесення $N_{75}P_{60}$ на 1 га сівозмінної площі найбільша кількість амоніфікуючих та олігонітрофільних мікроорганізмів визначена за вирощування кукурудзи на зерно.

Кількість нітрифікуючих мікроорганізмів по культурах сівозміни коливалась у межах 9,4-10,3 тис. шт./г, а целюлозоруйнуючих визначили більше у другому полі сівозміни з соєю (рис. 2).

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

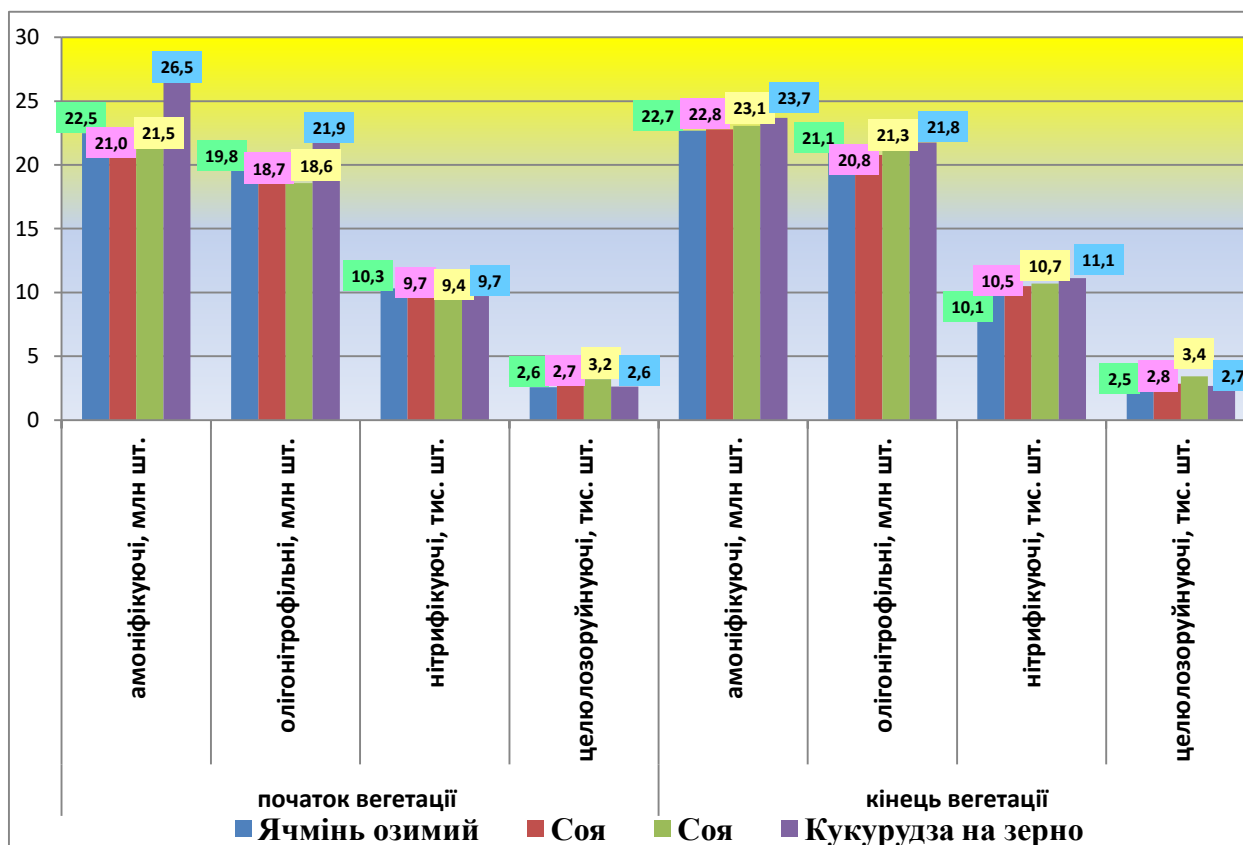


Рис. 2 Чисельність основних груп мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см за системи удобрення з внесенням $N_{75}P_{60}$ на 1 га сівозмінної площі (середнє за 2011-2015 рр.)

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

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

На основі наукових досліджень встановлено вплив систем основного обробітку ґрунту на вміст у ньому нітратів і нітрифікаційну здатність шару ґрунту 0-40 см упродовж ротації 4-пільної просапної сівозміни-2 (2011-2015 рр.).

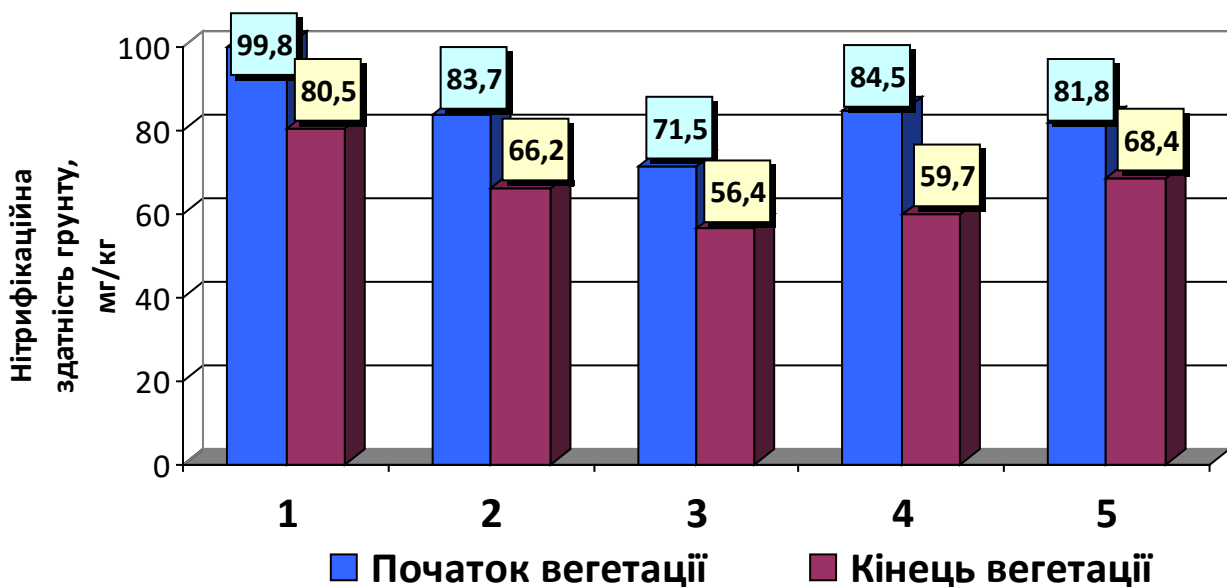
На початку вегетації кукурудзи, найбільше нітратів до компостування зразків визначено за внесення добрив дозою $N_{120}P_{60}$ та оранки на 28-30 см у системі різноглибинного полицевого обробітку – 127,3 мг/кг, а на фоні застосування дози $N_{180}P_{60}$ спостерігали максимальне збільшення їх кількості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

Після кукурудзи на зерно у сівозміні висівали сою з використанням інокулянта

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

Під посівами ячменю озимого найменше нітратів містилося за безполицевого мілкого та диференційованих систем основного обробітку ґрунту (варіанти 3, 4, 5), а збільшення дози мінерального добрива до $N_{90}P_{60}$ сприяло зростанню досліджуваного показника в усіх варіантах, за винятком тривалого безполицевого одноглибинного мілкого обробітку ґрунту в сівозміні. Таким чином, визначено закономірність підвищення вмісту нітратів у шарі ґрунту 0-40 см зі збільшенням дози внесення азотного добрива.

Враховуючи те, що нітрати дуже рухомі та реагують на температурний і водний режим ґрунту, внаслідок чого їх вміст упродовж коротких проміжків часу змінюється, ми визначили нітрифікаційну здатність ґрунту. У середньому по сівозміні вона була найвищою у варіанті різноглибинного полицевого обробітку й на початку вегетації досліджуваних культур у шарі 0-40 см склала 99,8 мг/кг (рис. 3).



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

Рис. 3 Нітрифікаційна здатність ґрунту впродовж вегетаційного періоду за різних способів та глибини основного обробітку у сівозмінах, мг/кг

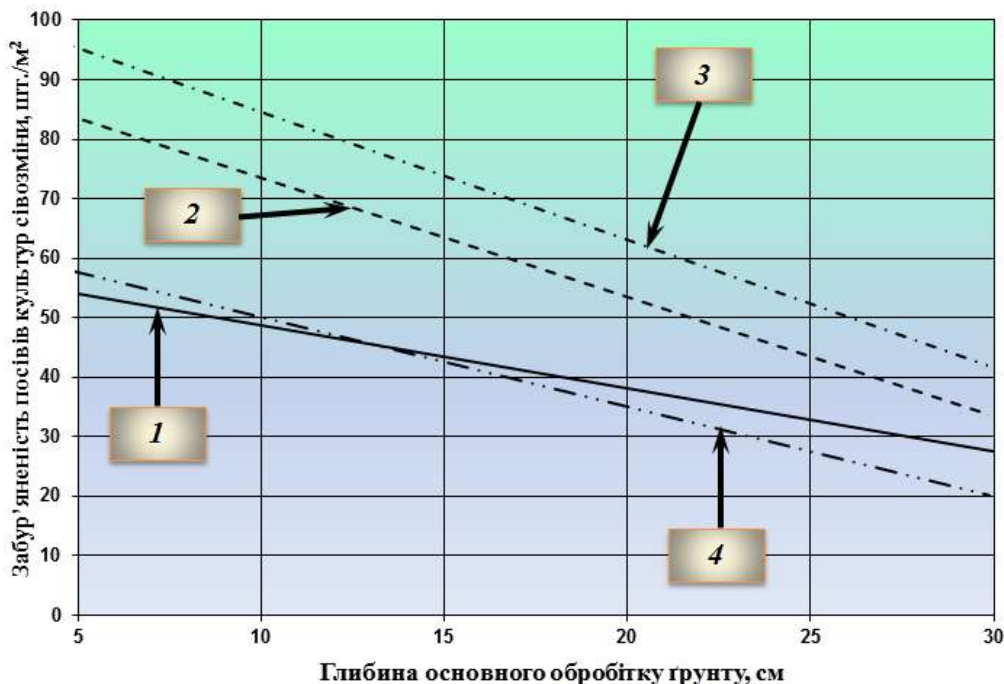
Результатами досліджень визначено, що нітрифікаційна здатність шару ґрунту 0-40 см на кінець вегетації культур за різних систем основного обробітку зменшилася на 16,4 - 29,3%, а її мінімальні значення відповідали варіанту мілкого безполицевого обробітку ґрунту на глибину 12-14 см (варіант 3).

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ЗРОШЕННІ

Досліджувані системи основного обробітку ґрунту в сівозмінах суттєво впливали на фітосанітарний стан посівів сільськогосподарських культур, зокрема на їх забур'яненість.

Максимальною у середньому за 2007-2010 рр. забур'яненість була у варіанті дискового обробітку на 12-14 см у системі безполицевого мілкого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3), перевищуючи контроль (оранка на 20-22 см) на 33,4 шт./м² або на 109,8%. Наприкінці вегетаційного періоду кількість бур'янів була найменшою (7,4 шт./м²) за полицевого обробітку (варіант 1), а також за диференційованого основного обробітку ґрунту (варіанти 4 та 5), де цей показник становив 9,6-9,7 шт./м².

Шляхом кореляційно-регресійного аналізу здійснено моделювання кількості бур'янів залежно від глибини основного обробітку ґрунту на початку вегетації сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни-1 (рис. 4).



Примітки: 1 – пшениця озима ($y = -1,0588x + 59,145$; $R^2 = 0,6873$)
 2 – соя ($y = -2,0494x + 94,014$; $R^2 = 0,7152$)
 3 – кукурудза ($y = -2,1841x + 104,74$; $R^2 = 0,8712$)
 4 – ріпак ярий ($y = -1,5576x + 65,831$; $R^2 = 0,8188$)

Рис. 4 Математична модель показників забур'яненості сільськогосподарських культур сівозміни-1 на початку вегетаційного періоду залежно від глибини основного обробітку ґрунту за умов зрошення

Встановлено, що найвищим рівень забур'яненості був на посівах кукурудзи та сої, де за одноглибинного мілкого безполицевого розпушування кількість бур'янів зросла до 65-95 шт./м². Найменшими значення змодельованої забур'яненості у межах 20-28 шт./м² визначені у ріпаку ярого, особливо за збільшення глибини

основного обробітку ґрунту до 25 см і глибше.

Визначено, що передпосівне протруювання насіння кукурудзи сприяло збереженню від втрат 0,96-1,05 т/га зерна кукурудзи, підвищувало лабораторну та польову його схожість на 5,7-7,8 і 5,9-7,8%, порівняно з контролем. Більш ефективним проти дротяників виявився протруйник Круїзер 350 FS, т.к.с, після застосування якого чисельність шкідника зменшилась на 87,1%. Визначено високу ефективність протруйника Корріоліс у боротьбі з пліснявінням насіння, пухирчастою сажкою та стебловими гнилями.

Використання гербіциду Пік 75 WG, в.г. для хімічного захисту посівів кукурудзи від бур'янів за вирощування в короткоротаційній сівозміні на зрошенні дозволило знизити забур'яненість на 98,4% (з 77,5 до 1,2 шт./м²), одержати врожайність зерна на рівні 6,19 т/га, що на 9,3% перевищило контроль (5,62 т/га).

Серед інсектицидів для захисту посівів сої від комплексу листогризучих совок високоефективними препаратами визначені Кораген 20, к.с. з нормою витрати 0,15 л/га і Борей, к.с. (0,14 л/га), які здатні надійно контролювати чисельність фітофагів та істотно знизити їх шкодочинність. У роки досліджень фітотоксичності інсектицидів для рослин не спостерігали. Застосування фунгіциду Аканто Плюс, 28, к.с. забезпечувало надійний захист сої від грибних хвороб та мало позитивний фізіологічний ефект.

Найкращу господарську й економічну ефективність у захисті пшениці озимої забезпечило застосування протруйника Сертікор 050 FS (1л/т) та фунгіциду Альто Супер 330 ЕС, к.е. сумісно з гербіцидом Пік 75%, в.г. (0,45 л/га + 0,020 кг/га) у фазу виходу рослин у трубку, фунгіциду Амістар Екстра 280 SC, к.с. (0,5 л/га) на початку цвітіння культури та інсектициду Енжіо 24,7%, к.с. (0,18 л/га) – на початку молочної стиглості зерна.

ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН НА ЗРОШЕННІ ТА БАЛАНС ГУМУСУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА УДОБРЕННЯ

За роки проведення досліджень (2007-2010 рр.) встановлено, що врожайність культур короткоротаційної сівозміни-1 на зрошенні різною мірою змінювалася під впливом систем основного обробітку ґрунту (табл. 3). Найвищу продуктивність 1 га сівозмінної площі забезпечили сільськогосподарські культури за різноглибинної полицевої та диференційованих систем основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіанти 1 та 4, 5).

Максимальну врожайність зерна – 6,7 т/га сформувала кукурудза на зерно у п'ятому варіанті, а мінімальну – 1,2 т/га – ріпак ярий у варіанті безполицевого одноглибинного мілкового обробітку ґрунту.

Встановлено, що вихід валової енергії в розрахунку на 1 га сівозмінної площі на рівні 82,0-82,2 ГДж забезпечували системи різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби (варіант 1), а також диференційовані за способами й глибиною обробітку (варіанти 4 та 5). Застосування різноглибинного й одноглибинного безполицевого обробітку з використанням ґрунтообробних знарядь чизельного і дискового типу призвело зниження енергомісткості врожаю відповідно на 7,4 та 11,2 ГДж/га, або на 9,0 та 13,6%.

**Урожайність культур та енергомiсткiсть короткоротацiйної сiвозмiни-1
залежно вiд систем основного обробiтку ґрунту за умов зрошення, т/га
(середнє за 2007-2010 рр.)**

№ з/п	Система основного обробiтку ґрунту	Урожайнiсть с.-г. культур, т /га				Енергомiсткiсть урожаю, ГДж /га	Прирiст енергiї ± до контролю, ГДж/га
		пшениця озима	соя	кукурудза на зерно	рiпак ярий		
1	Полицева рiзноглибинна	5,0	2,5	6,2	2,1	82,2	0,0
2	Безполицева рiзноглибинна	5,2	2,0	5,7	1,6	74,8	-7,4
3	Безполицева одноглибинна	5,5	1,8	5,4	1,2	71,0	-11,2
4	Диференцiйована-1	5,5	2,7	6,5	1,9	82,0	-0,2
5	Диференцiйована-2	5,7	2,2	6,7	1,6	82,0	-0,2
Коефiцiєнт варiацiї, %		5,4	16,0	9,5	26,5	6,8	-
NIP ₀₅ , т/га		0,21	0,11	0,25	0,17		

Змiни добору та чергування культур у сiвозмiни-2 протягом 2011-2015 рр., експериментальнi дослідження з визначення їх урожайностi та загалом продуктивностi сiвозмiни за тривалого застосування рiзних способiв основного обробiтку ґрунту на фонi двох систем органо-мiнерального живлення за використання на добриво листостеблової маси усiх культур сiвозмiни в умовах зрошення забезпечило пiдвищення її продуктивностi (табл. 4).

В середньому по культурах сiвозмiни найвищу врожайнiсть формувала кукурудза на зерно – 12,6 т/га, сої та ячменю озимого отримано вiдповiдно 3,0 і 3,9 т/га.

Усi культури сiвозмiни найвищу продуктивнiсть забезпечували за використання полицевої рiзноглибинної (варiант 1) та диференцiйованої-1 (варiант 4) систем основного обробiтку ґрунту. Iстотне зниження врожайностi визначили у варiантi одноглибинного мiлкого (12-14 см) безполицевого розпушування, де її показники зменшилися в середньому: у ячменю озимого на 10,5%; сої – 28,1; 29,0; кукурудзи на зерно – на 19,5%.

Збiльшення дози внесення мiнеральних добрив з N₇₅P₆₀ до N_{97,5}P₆₀ на фонi використання на добриво листостеблової маси усiх культур короткоротацiйної сiвозмiни забезпечило зростання рiвня їх урожайностi таким чином: ячменю озимого на 13,9%; сої – на 10,7; кукурудзи – на 21,2%.

Дисперсiйним аналізом обґрунтовано рiзницю часток впливу систем основного обробiтку ґрунту й удобрення на врожайнiсть культур досліджуваної сiвозмiни на зрошеннi. Так, у ячменю озимого та кукурудзи на продуктивнiсть рослин максимально впливали азотнi добрива, якi у формуваннi врожайностi цих культур вiдповiдно склали 74,9 та 54,9%. Частка впливу рiзних систем основного обробiтку ґрунту становила на ячменi – 21,1, а кукурудзi – 36,1%.

Урожайність сільськогосподарських культур і продуктивність сівозміни-2 в умовах зрошення за різних систем основного обробітку ґрунту й удобрення, т/га (середнє за 2011-2015 рр.)

Система основного обробітку ґрунту (фактор А)	Система удобрення (фактор В)	Культури			
		ячмінь озимий	соя	кукурудза на зерно	соя
Полицева різноглибинна	N ₇₅ P ₆₀	3,8	3,1	11,8	3,2
	N _{97,5} P ₆₀	4,3	3,4	14,3	3,5
Безполицева різноглибинна	N ₇₅ P ₆₀	3,7	3,0	11,5	3,0
	N _{97,5} P ₆₀	4,2	3,3	13,9	3,2
Безполицева одноглибинна	N ₇₅ P ₆₀	3,4	2,2	9,5	2,3
	N _{97,5} P ₆₀	3,8	2,5	11,6	2,5
Диференційована-1	N ₇₅ P ₆₀	3,7	3,0	12,0	3,1
	N _{97,5} P ₆₀	4,2	3,4	14,7	3,3
Диференційована-2	N ₇₅ P ₆₀	3,5	2,6	12,0	2,6
	N _{97,5} P ₆₀	4,1	2,9	14,3	2,9
Середнє		3,9	3,0	12,6	3,0
НР ₀₅ , т/га	А	0,11	0,16	0,34	0,19
	В	0,12	0,11	0,25	0,10
Коефіцієнт варіації, %		8,1	13,4	13,6	12,5

За внесення добрив дозами N₇₅P₆₀ та N_{97,5}P₆₀ системи різноглибинного основного обробітку ґрунту без обертання скиби та диференційована-2 спричинили зниження продуктивності сівозміни за виходом зернових одиниць відповідно на 3,8 та 7,8%, порівняно з системою різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби (контроль).

За беззмінного застосування мілкого (12-14 см) безполицевого розпушування ґрунту врожайність усіх сільськогосподарських культур істотно знизилась, а продуктивність сівозміни за виходом зернових одиниць зменшилась на 22,0%, порівняно з системою різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби.

Багаторічними дослідженнями динаміки вмісту гумусу у сівозмінах на зрошенні визначено, що застосування протягом першого десятиліття (1966-1976 рр.) різноглибинної оранки забезпечувало рівномірний приріст гумусу у всіх варіантах досліду на рівні 0,7-0,8 тонн у розрахунку на 1 га сівозмінної площі (рис. 5).

Упродовж наступного десятиліття (1976-1986 рр.) з переходом на безполицеві системи обробітку ґрунту приросту гумусу не встановлено, а продуктивність сівозміни знизилася на 3-7%, за винятком варіанта різноглибинної оранки (контроль). З 1986 року було збільшено дозу внесення мінеральних добрив до N₁₅₇P₁₁₀, гною до 15 тонн в розрахунку на 1 га сівозмінної площі. Як результат, продуктивність цієї сівозміни в умовах зрошення за виходом кормових одиниць у варіанті різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби склала 12,8 т/га к.од. За диференційованого обробітку, де протягом ротації сівозміни чергували оранку з фрезерним і дисковим розпушуванням та щільуванням, продуктивність становила 12,6-13,0 т/га к.од.

З 1986 по 1996 і 2006 роки визначали підвищення вмісту гумусу в усіх варіантах дослідів. За різноглибинної оранки середньорічний його приріст склав 1,1 т/га, за різноглибинного безполицевого та диференційованих систем обробітку ґрунту він на 18,2% був нижчим.

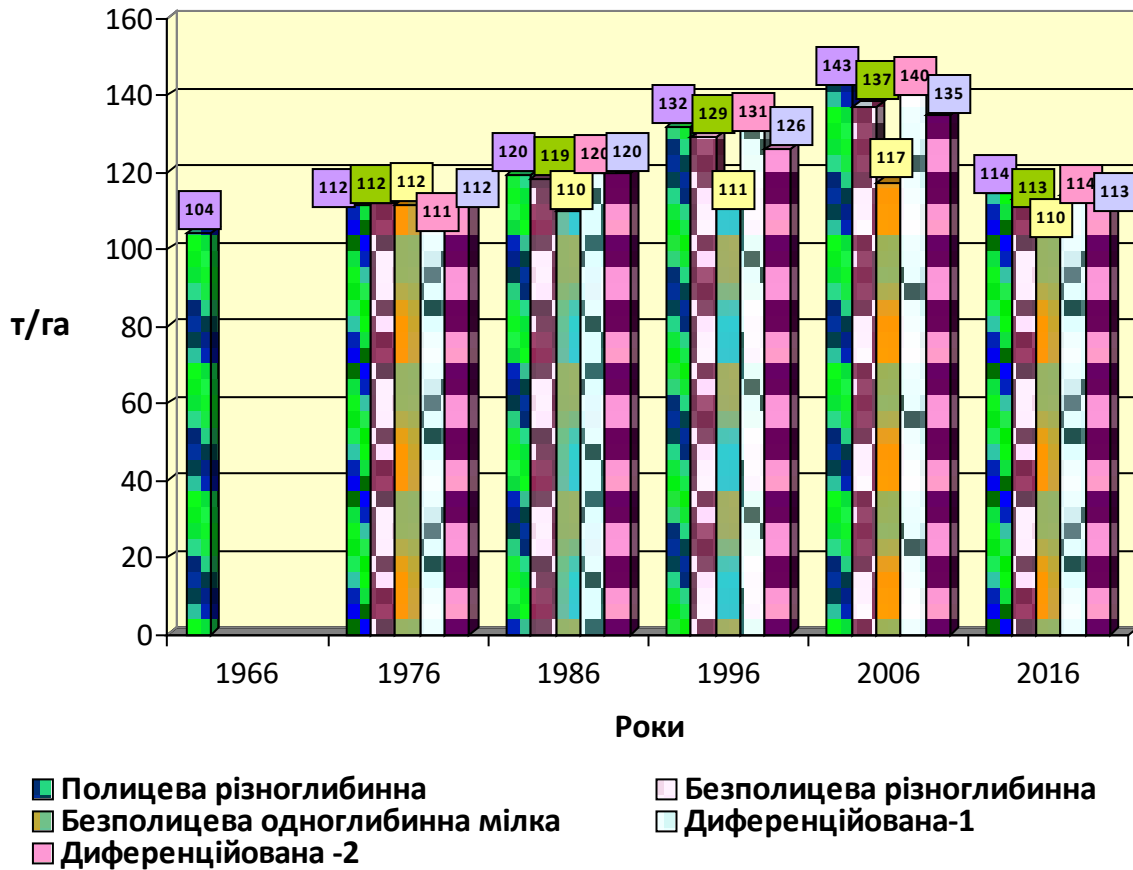
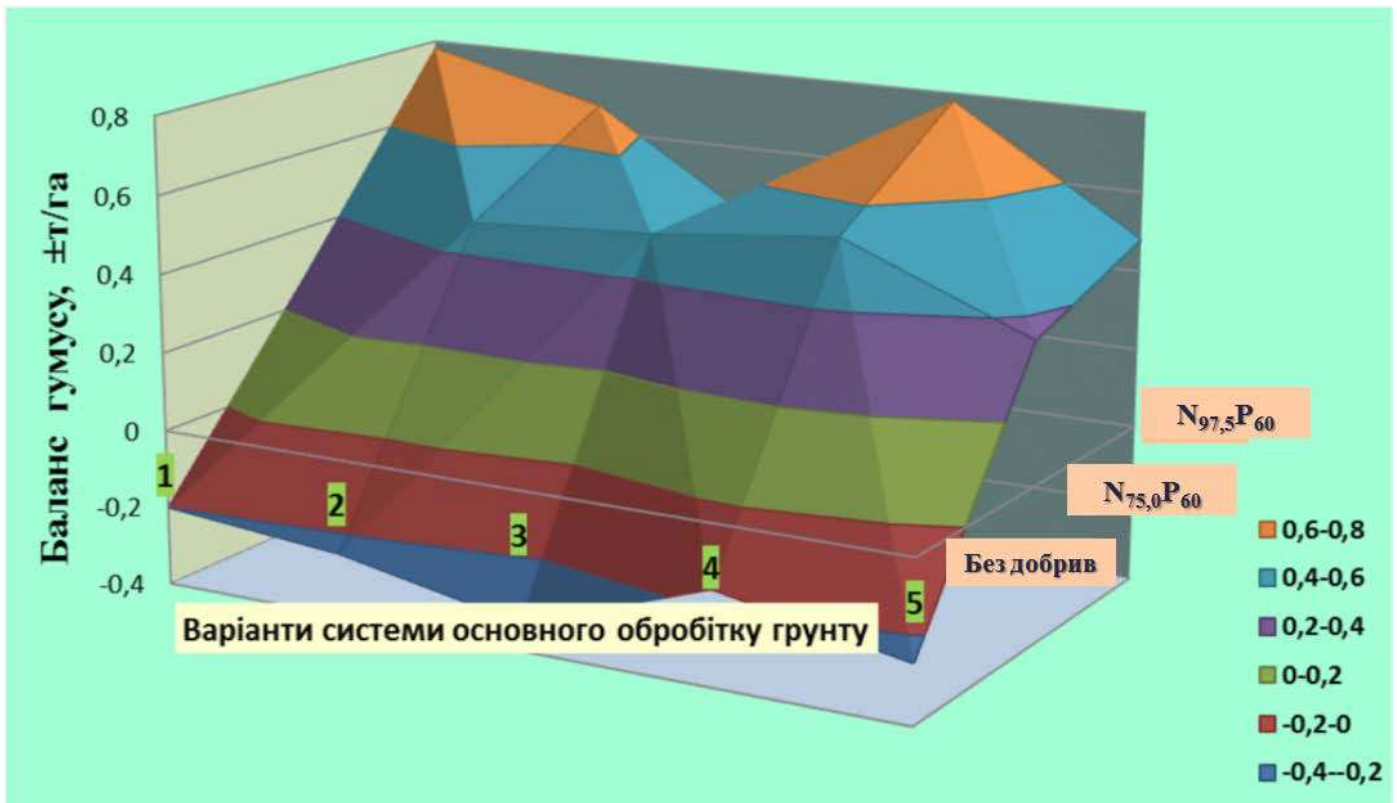


Рис. 5 Динаміка запасів гумусу в шарі темно-каштанового ґрунту 0-40 см залежно від систем основного обробітку у сівозмінах на зрошенні за період 1966-2016 рр., т/га

За період досліджень у двох короткоротаційних сівозмінах – 2007-2010 рр. (сівозміна-1) та 2011-2016 рр. (сівозміна-2) визначено зменшення вмісту гумусу у шарі ґрунту 0-40 см до рівня показників 1976 р. – 110,2-114,4 т/га. Для припинення зниження вмісту гумусу нами було розроблено оптимізаційну модель шляхом зменшення питомої ваги сої у короткоротаційній сівозміні до 25%, заробки всієї листостеблової маси культур та внесення мінеральних добрив на запланований рівень урожаю.

Змодельоване накопичення гумусу в ґрунті з перерахунком показників використаних післяжнивних решток культур короткоротаційної сівозміни за різних систем основного обробітку й удобрення свідчить, що в неудобреному ґрунті формується від'ємний баланс гумусу за всіх систем його обробітку, з меншими втратами (- 0,16 т/га) за диференційованого-1 обробітку ґрунту зі щільуванням на глибину 38-40 см один раз за ротацію сівозміни і більшими (- 0,33 т/га) за безполицевого одноглибинного мілкового обробітку ґрунту (рис. 6).



Примітки: варіанти систем основного обробітку ґрунту: 1 – полицева різноглибинна; 2 – безполицева різноглибинна; 3 – безполицева одноглибинна мілка; 4 – диференційована-1; 5 – диференційована-2

Рис. 6 Тривимірний графік розрахункового балансу гумусу в короткоротаційній сівозміні на зрошенні залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення, т/га

На удобрених фонах з внесенням $N_{75}P_{60}$ та $N_{97,5}P_{60}$ визначили приріст гумусу. У ґрунті варіантів різноглибинної полицевої і диференційованої-1 систем основного обробітку він склав +0,78 т/га, у той час як за різноглибинного безполицевого він становив +0,68 т/га, або зменшився на 12,8%.

За системи одноглибинного мілкового безполицевого обробітку ґрунту та диференційованого-2 приріст гумусу також був позитивним, водночас порівняно з контролем (різноглибинною оранкою) він був нижчим відповідно на 51,3 та 38,5% та становив +0,38 та +0,48 т/га.

У середньому за дві ротації досліджуваних сівозмін (2007-2015 рр.) шляхом математичного моделювання встановлено, що загортання післяжнивних решток і внесення азотних і фосфорних добрив забезпечило підвищення вмісту гумусу в ґрунті під посівами ріпаку ярого на 0,3%, пшениці озимої – на 0,7, а кукурудзи на зерно – на 0,9%. Вирощування в сівозміні сої призвело до від'ємного балансу гумусу, що обов'язково слід враховувати у плануванні сівозмін і розробці комплексу еколого-меліоративних заходів збереження та покращення родючості ґрунту.

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОРТОКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН НА ЗРОШЕННІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, УДОБРЕННЯ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН

Розрахунками економічної ефективності визначено, що умовно чистий прибуток і рівень рентабельності коливались у широкому діапазоні залежно від технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях.

Аналіз економічної ефективності за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) свідчить про хвилеподібні відмінності у формуванні показників умовно чистого прибутку та рентабельності, як залежно від культур короткоротаційної сівозміни, так і стосовно досліджуваних варіантів систем основного обробітку ґрунту короткоротаційної сівозміни на зрошенні (рис. 7).

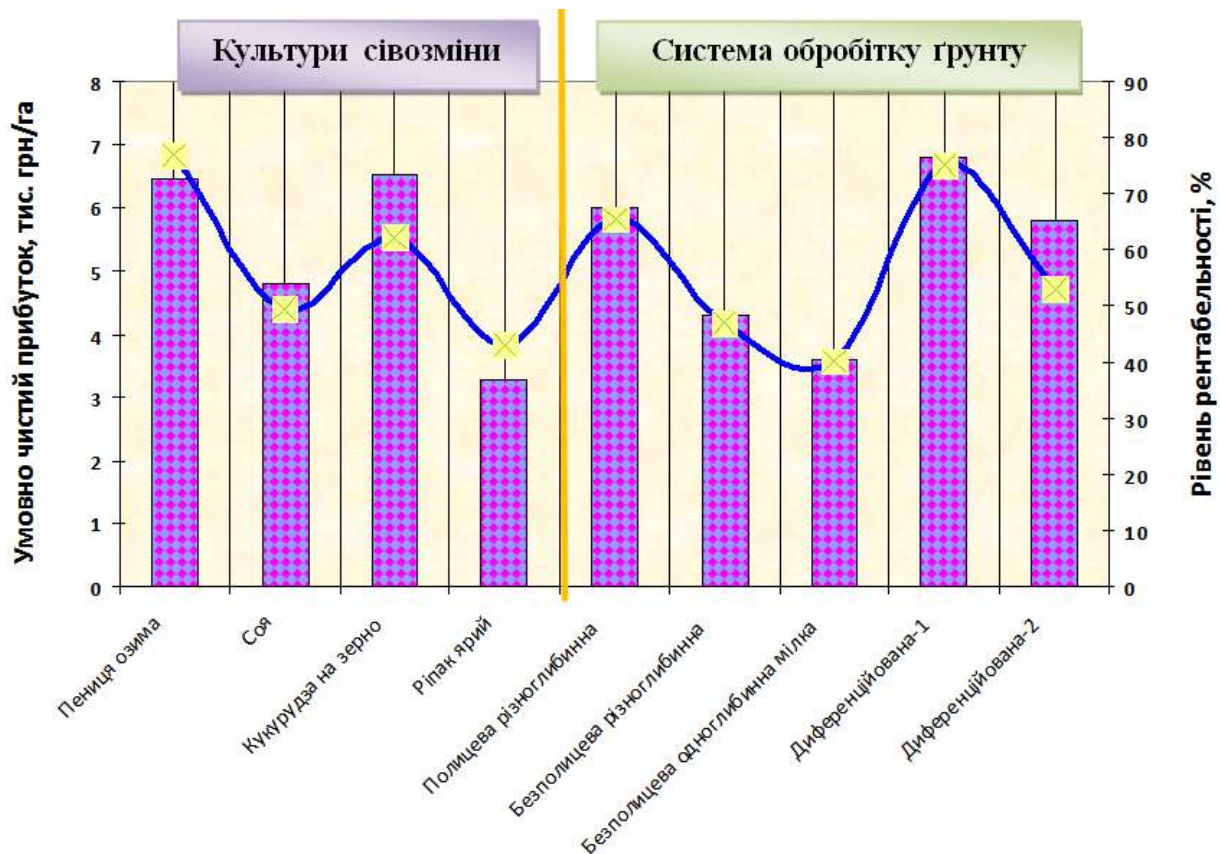


Рис. 7 Економічні показники вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні-1 за різних систем основного обробітку ґрунту на зрошенні

Визначено, що максимальний чистий прибуток у середньому на рівні 6,5 тис. грн/га сформувався за вирощування в сівозміні пшениці озимої та кукурудзи на зерно. Найменші значення (3,3 тис. грн/га) цього показника були за вирощування в сівозміні ріпаку ярого. Рівень рентабельності підтвердив вищезазначені тенденції і найвищим був у пшениці озимої – 76,9% та кукурудзи на зерно – 62,2, а на ріпаку ярому досяг лише 43,2%.

За ротацію сівозміни-2 (2011-2015 рр.) визначено, що за системи різноглибинного основного обробітку ґрунту з обертанням скиби (варіант 1, контроль) витрати на технологію вирощування склали 8,5 тис. грн на 1 га сівозмінної площі, а за системи різноглибинного обробітку без обертання скиби

(варіант 2) і диференційованої-1 з одним щільванням за ротацію (варіант 4) та диференційованої-2 умовно чистий прибуток перевищив 10 тис. грн/га у варіантах внесення добрив дозою $N_{97,5}P_{60}$.

Вирощування досліджуваних культур у сівозміні-1 на зрошенні зумовило зміни витрат енергії на обробіток ґрунту на одиницю посівної площі. Найвищими енерговитрати на проведення основного обробітку ґрунту визначені за вирощування кукурудзи на зерно (1,31 ГДж/га) та сої (1,13 ГДж/га), а мінімальними – 0,89 ГДж/га – ріпаку ярого.

Витрати сукупної енергії на формування врожаю сільськогосподарських культур сівозміні-2 за внесення добрив дозою $N_{75}P_{60}$ у варіанті різноглибинної оранки склали 37,8 ГДж, різноглибинного безполицевого розпушування – 36,4, одноглибинного мілкого – 35,2, за диференційованих систем обробітку ґрунту відповідно 36,1 та 35,9 ГДж. Підвищення дози добрив до $N_{97,5}P_{60}$ збільшило витрати на технології вирощування на 2,4-2,6%.

Порівнюючи енергетичний коефіцієнт можна зробити висновок, що найменшою окупність витрат на технологію вирощування за обох систем удобрення виявилася за мілкого одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту – енергетичний коефіцієнт склав 2,4 та 2,7. За диференційованого-1 обробітку ґрунту (варіант 4) він набув максимального значення і склав 2,9 та 3,4, відповідно за першої та другої систем живлення.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУЛЬТУР КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ НА ЗРОШЕННІ З УРАХУВАННЯМ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

Для оцінки ефективності застосування зрошення, добрив, пестицидів тощо в сівозмінах з різним ступенем насичення сільськогосподарськими культурами за умов біологічно оптимальних або водоощадних режимів штучного зволоження використано програму AquaCrop, яку було адаптовано для умов Південного Степу України. Змодельовано параметри агровиробничої системи та здійснено порівняння сценаріїв продуктивності культур сівозміни за обсягами використаної поливної води, добрив і програмованої урожайності для локальних умов ДП «ДГ «Асканійське» Інституту зрошувального землеробства НААН.

Для моделювання складових елементів технологій вирощування, величини поливних і зрошувальних норм, витрат добрив та інших ресурсів, а також рівнів продуктивності культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні було введено відповідні технологічні характеристики. Крім того, для кожної досліджуваної культури було проведено калібрування щодо оптимальних показників норм висіву, маси 1000 насінин, посівних якостей насіння, ширини міжрядь, відстані між рослинами в рядках. Після введення цих вихідних даних програма AquaCrop автоматично розраховує густоту стояння рослин та динаміку розвитку надземної біомаси – прийнятий у світовій практиці показник «покриву культури» – CC .

Встановлено, що для кукурудзи на зерно з прогнозованим вегетаційним періодом 132 дні, найвигіднішим виявився сценарій з програмованою врожайністю зерна на рівні 14,2 т/га (біомаси – 29,5 т/га), для формування якого за біологічно оптимального режиму штучного зволоження зрошувальна норма складала 2900 м³/га (рис. 8).

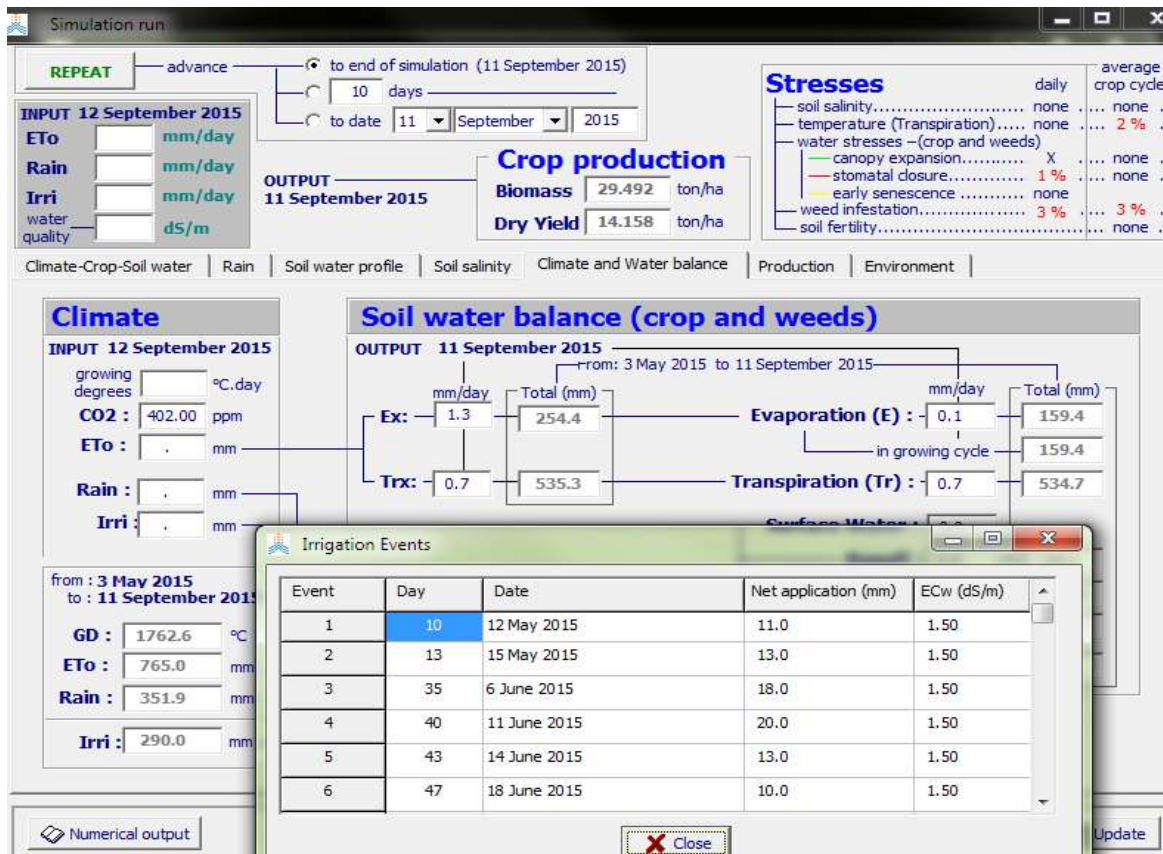


Рис. 8 Скріншот розрахунків у програмі AquaCrop змодельованих показників біологічно оптимального режиму зрошення кукурудзи на зерно

У програмуванні рівнів продуктивності сої також було змодельовано два сценарії режимів зрошення – водозберігаючий зі зрошувальною нормою 3590 м³/га, програмованим рівнем урожайності зерна 4,7 т/га та біомаси – 11,7 т/га і біологічно оптимальний з величиною зрошувальної норми 3830 м³/га, врожайністю 4,9 т/га та біомаси – 12,2 т/га. Отже, за результатами наших досліджень для умов Південного Степу України адаптовано функціональні можливості програмно-інформаційного комплексу AquaCrop. Використання цієї програми дозволяє змодельовати рівні врожайності культур сівозміни за різних агротехнологічних заходів, швидко та достовірно оцінювати й обирати найбільш економні варіанти штучного зволоження для кожної культури зі зниженням витрат поливної води на 10-17%, програмувати врожайність на основі врахування вмісту елементів живлення, набору агротехнологічних операцій, характеристик сортів і гібридів, змін погодно-кліматичних умов тощо.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження з наукового обґрунтування агроєкологічних та технологічних заходів у сівозмінах на зрошуваних землях Південного Степу України, дозволили вирішити важливі теоретичні та науково-практичні завдання підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, економічної й енергетичної ефективності їх вирощування та зробити такі висновки:

1. Дослідженнями за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) встановлено, що щільність складення ґрунту залежно від основного обробітку під культурами

сівозміни змінювалася неістотно. На початку вегетації цей показник у верхньому шарі ґрунту 0-10 см був мінімальним – у межах 1,18-1,19 г/см³ за використання полицевої та безполицевої різноглибинних систем основного обробітку ґрунту. Визначено підвищення щільності складення до 1,30-1,31 г/см³ у шарі ґрунту 20-40 см на ділянках з безполицевим одноглибинним мілким обробітком. За ротацію сівозміни-2 (2011-2015 рр.) у період сходів культур сівозміни у варіантах безполицевого основного обробітку щільність складення шару ґрунту 0-40 см становила 1,34-1,36 г/см³, а у варіантах різноглибинної полицевої та диференційованих систем – 1,33-1,34 г/см³. Такий рівень щільності складення забезпечував сприятливі умови для росту й розвитку ячменю озимого, проте був на 4,6-7,1% вищим від біологічно обґрунтованого для кукурудзи та сої. Максимальними показники щільності складення у шарі ґрунту 30-40 см, у середньому по сівозміні, визначені у варіанті тривалого застосування мілкого обробітку на глибину 12-14 см у системі одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту та складала 1,40-1,42 г/см³. Найбільшими показники пористості – 48,8 та 48,9%, визначені за оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4). За безполицевих способів обробітку, особливо за тривалого застосування мілкого розпушування в сівозміні (варіант 3), відбулося зниження водопроникності як на початку вегетації сільськогосподарських культур, так і перед збиранням урожаю.

2. Визначено, що у середньовологі та середні роки, наприклад 2008 і 2010, кількість поливів зменшується до 1-3, а зрошувальна норма складає 400-1200 м³/га; у середньосухі та сухі роки кількість поливів збільшується до 7-8. Сумарне водоспоживання, у середньому по сівозміні-2, коливалося у межах 2890-3070 м³/га, з несуттєвою різницею 1,0-3,7% за варіантами досліджуваних систем обробітку ґрунту. Найбільш ефективно використання вологи на формування одиниці врожаю з мінімальними значеннями коефіцієнта водоспоживання, як зернових, так і просапних культур, спостерігали у варіантах оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см у системі різноглибинного полицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 1) та диференційованої системи (варіант 4). Максимальним коефіцієнт продуктивності зрошення у порівнянні сільськогосподарських культур короткоротаційної сівозміни сформувався за вирощування кукурудзи на зерно – 3,13, а найменшим – на рівні 0,55 він був у ріпаку ярого. Порівняння різних систем основного обробітку свідчить, що цей показник найвищого рівня (1,50-1,59) досягав за використання різноглибинного полицевого (варіант 1) та першого диференційованого (варіант 4) обробітку ґрунту.

3. Дослідженнями динаміки чисельності ґрунтової мікрофлори встановлено, що кількість амоніфікуючих мікроорганізмів під посівами ячменю озимого, кукурудзи на зерно та сої в шарі ґрунту 0-40 см на початку вегетації найбільшою була за полицевого обробітку ґрунту – на рівні 20-30 млн шт./г абсолютно сухого ґрунту. Залежно від способу основного обробітку ґрунту аналогічно змінюється і кількість олігонітрофільних мікроорганізмів. У варіантах диференційованої системи обробітку ґрунту кількість амоніфікаторів за варіантами дослідів у шарі ґрунту 0-40 см у період збирання врожаю зменшилася, порівняно з контролем, на

2,4-10,6 %, а олігонітрофілів – відповідно на 5,7-8,2%. Максимальна кількість нітрифікуючих мікроорганізмів у шарі ґрунту 0-40 см на початку вегетації сої виявилася на фоні дискового обробітку на глибину розпушення 12-14 см у системі диференційованого основного обробітку ґрунту (варіант 4), що становило 8,8 тис. шт., тоді як за інших систем обробітку ґрунту – 8,0-8,7 тис. шт./г абсолютно сухого ґрунту. Підвищення дози добрив із $N_{75}P_{60}$ до $N_{97,5}P_{60}$ сприяло збільшенню кількості мікроорганізмів на 4,4%.

4. На початку вегетації кукурудзи найвищий вміст нітратів у шарі ґрунту 0-40 см – 127,3 мг/кг забезпечило внесення добрив дозою $N_{120}P_{60}$ за оранки на 28-30 см у системі різноглибинного полицевого обробітку, а на фоні дози $N_{180}P_{60}$ спостерігали максимальне їх збільшення у варіантах диференційованих систем основного обробітку з однією оранкою та щільуванням за ротацію сівозміни, де нітратів містилося 140,1 та 141,3 мг/кг ґрунту, що на 3,0 та 3,9% більше, ніж у ґрунті контрольного варіанта. Найсприятливіші умови накопичення нітратів на початку вегетації сої формувалися за дози добрив $N_{60}P_{60}$ на фоні різноглибинного полицевого і безполицевого обробітку ґрунту та застосування інокулянта АБМ, за яких досліджуваний показник зріс на 12,8-16,5%. У ґрунті дослідних ділянок з ячменем озимим найменша кількість нітратів визначена за безполицевого мілкого та диференційованих систем основного обробітку ґрунту (варіанти 3, 4, 5). Встановлено закономірність підвищення вмісту нітратів зі збільшенням дози внесення азотного добрива. У середньому по сівозміні нітрифікаційна здатність визначена найвищою за різноглибинного полицевого обробітку (варіант 1). Наприкінці вегетаційного періоду культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні цей показник зменшився на 15,6%, у системах диференційованого основного обробітку на 17,5-19,3, а одноглибинного мілкого обробітку – на 21,1%, відповідно.

5. Супутніми дослідженнями в короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях встановлено високу ефективність застосування інтегрованого захисту сільськогосподарських культур від шкідників, збудників хвороб та бур'янів. Максимальною забур'яненістю у середньому за 2007-2010 рр. визначена у варіанті дискового обробітку на 12-14 см у системі безполицевого мілкого одноглибинного обробітку ґрунту в сівозміні (варіант 3), перевищуючи контроль (оранка) на 33,4 шт./м² або на 109,8%. Шляхом моделювання рівнів забур'яненості обґрунтовано, що на полях з кукурудзою та соєю за глибини основного обробітку ґрунту менше 15 см цей показник зростає до 65-95 шт./м². Передпосівне протруєння насіння кукурудзи дозволило підвищити врожайність зерна цієї культури на 0,96-1,05 т/га. Хімічне прополювання посівів кукурудзи зменшило забур'яненість на 98,4%. Найвищу господарську й економічну ефективність при вирощуванні пшениці озимої та сої забезпечило застосування комплексного захисту шляхом оброблення насіння протруєниками та використання пестицидів у другу половину вегетації проти шкідників і збудників хвороб.

6. У середньому за 2007-2010 рр. встановлено, що врожайність культур короткоротаційної сівозміни-1 на зрошенні різною мірою змінювалася під впливом систем основного обробітку ґрунту. Максимальну врожайність зерна на рівні 6,7 т/га сформувала кукурудза на зерно за диференційованої-2 системи основного

обробітку ґрунту, а мінімальну – 1,2 т/га ріпак ярий у варіанті безполицевого одноглибинного мілкого обробітку. У наступній ротації сівозміни-2 досліджувані культури найвищу врожайність формували за використання полицевої різноглибинної (варіант 1) та диференційованої-1 (варіант 4) систем основного обробітку ґрунту. За безполицевого мілкого обробітку продуктивність рослин знижувалася: у ячменю озимого на 10,5%; сої на 28,1; 29,0; кукурудзи на зерно на 19,5%. Збільшення дози внесення мінеральних добрив із $N_{75}P_{60}$ до $N_{97,5}P_{60}$ забезпечило істотне підвищення врожайності всіх культур сівозміни на 10,7-21,2%. Дисперсійним аналізом підтверджено різницю часток впливу досліджуваних способів основного обробітку ґрунту й удобрення на врожайність культур досліджуваної сівозміни. Так, на продуктивність рослин ячменю озимого та кукурудзи максимально впливали азотні добрива, які відповідно на 74,9 та 54,9% забезпечили формування врожайності цих культур.

7. Багаторічними дослідженнями динаміки вмісту гумусу в ґрунті у сівозмінах на зрошенні встановлено, що застосування різних систем основного обробітку ґрунту забезпечує поступовий його приріст, проте за останні ротації (2007-2016 рр.) визначено зменшення вмісту гумусу до рівня показників 1976 р. – 110,2-114,4 т/га. Такий стан зумовлений виключенням з добору культур сівозмін люцерни та злаково-бобових сумішок, припиненням внесення органічних добрив (гною), зменшенням доз внесення мінеральних добрив, збільшенням насичення сівозмін соєю до 50%. Для призупинення тенденції зменшення вмісту гумусу нами розроблено оптимізаційну модель, якою передбачено скорочення питомої ваги сої у короткоротаційній сівозміні до 25%, зароблення листостеблової маси всіх культур та застосування мінеральних добрив на запланований рівень урожаю. Моделювання показників надходження гумусу в ґрунт з перерахунком використання післяжнивних решток досліджуваних культур сівозміни свідчить, що у неудобреному ґрунті формується від'ємний баланс гумусу за всіх систем обробітку, з меншими його втратами (- 0,16 т/га) за диференційованого-1 обробітку ґрунту зі щілюванням та відповідно з більшими (- 0,33 т/га) – за безполицевого одноглибинного мілкого обробітку ґрунту. На удобрених фонах із внесенням $N_{75}P_{60}$ та $N_{97,5}P_{60}$ визначили приріст гумусу. У ґрунті варіантів різноглибинної полицевої і диференційованої-1 систем основного обробітку він склав +0,78 т/га, у той час як за різноглибинного безполицевого він становив +0,68 т/га, або зменшився на 12,8%. За системи одноглибинного мілкого безполицевого обробітку та диференційованого-2 приріст гумусу також був позитивним, проте порівняно з контролем (різноглибинною оранкою) він був меншим відповідно на 51,3 та 38,5% та становив +0,38 і +0,48 т/га.

8. Економічним аналізом за ротацію сівозміни-1 (2007-2010 рр.) доведено, що виробничі витрати за вирощування ріпаку ярого були мінімальними 7,6-7,8 тис. грн/га. За вирощування сої вони зросли на 21,0-27,3%, кукурудзи на зерно – на 32,9-39,0%. Застосування першого диференційованого основного обробітку ґрунту дозволило отримати найвищий умовно чистий прибуток – 6,8 тис. грн/га, при цьому рівень рентабельності склав 75,6%. За наступну ротацію сівозміни-2 впродовж 2011-2015 рр. визначено, що умовно чистий прибуток перевищив 10 тис. грн/га у варіантах з внесенням добрив дозою $N_{97,5}P_{60}$ за

використання різноглибинної полицевої та диференційованої - 1 систем обробітку ґрунту.

9. Застосування систем різноглибинного й одноглибинного основного безполицевого обробітку ґрунту призводило зниження витрат енергії відповідно на 37,2 і 68,1%. Вирощування досліджуваних культур у короткоротаційній сівозміні також впливало на витрати енергії на обробіток ґрунту. Найвищими енерговитрати визначені за вирощування кукурудзи на зерно (1,31 ГДж/га) та сої (1,13 ГДж/га). Мінімальним рівень даного показника – 0,89 ГДж/га – був у ріпаку ярого. Продуктивність плодозмінної сівозміни на зрошенні за внесення мінеральних добрив дозою $N_{75}P_{60}$ за виходом валової енергії у варіанті диференційованої-1 системи обробітку ґрунту склала 105,4 ГДж/га, тобто була на рівні з системою різноглибинного полицевого обробітку. Порівнюючи визначені енергетичні коефіцієнти, можна зробити висновок, що найменшою окупністю витрат на технологію вирощування за обох систем удобрення виявилась за мілкого одноглибинного безполицевого основного обробітку ґрунту, де за внесення $N_{75}P_{60}$ енергетичний коефіцієнт склав 2,4, а за підвищення фону азотного живлення (внесення $N_{97,5}P_{60}$) він зріс до 2,7, за диференційованого-1 обробітку ґрунту (варіант 4) він набув максимального значення і склав 2,9 та 3,4 відповідно до варіантів удобрення ($N_{75}P_{60}$ та $N_{97,5}P_{60}$).

10. Шляхом використання програмного комплексу ФАО ООН AquaCrop змодельовано складові елементів продукційного процесу досліджуваних культур короткоротаційної сівозміни на зрошенні, а також природних і агротехнологічних параметрів їх вирощування. Встановлено, що для кукурудзи на зерно з прогнозованим вегетаційним періодом 132 дні, найвигідніше застосувати сценарій з програмованим рівнем урожайності зерна 14,2 т/га (біомаси – 29,5 т/га), для формування якого за біологічно оптимального режиму зрошувальна норма склала 2900 м³/га. У програмуванні рівнів продуктивності сої також було змодельовано два сценарії технології вирощування відповідно до режимів зрошення – водозберігаючий зі зрошувальною нормою 3590 м³/га, програмованим рівнем урожайності зерна 4,7 т/га та біомаси – 11,7 т/га, біологічно оптимальний з величиною зрошувальної норми 3830 м³/га, врожайністю 4,9 т/га та біомаси – 12,2 т/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами багаторічних досліджень, економічної та енергетичної оцінок обґрунтування експериментальних даних сільськогосподарським підприємствам зони зрошення Південного Степу України для збереження основних показників родючості темно-каштанового ґрунту, отримання сталої продуктивності польових культур на засадах ресурсозбереження рекомендуємо:

– запроваджувати польові короткоротаційні сівозміни з питомою вагою озимих зернових культур 25%, кукурудзи на зерно 25-50 та сої 25%. Проводити диференційовану систему основного обробітку з оранкою на 20-22 см під кукурудзу на зерно і дисковим обробітком під сою на 12-14 см зі щільуванням до 40 см та мілким безполицевим розпушуванням ґрунту під озимі зернові культури;

– застосовувати органо-мінеральну систему удобрення з внесенням на 1 га сівозмінної площі $N_{97,5}P_{60}$ та побічної продукції сільськогосподарських культур

сівозміни для збереження родючості тривало зрошуваного темно-каштанового ґрунту та рівноважного гумусного стану;

– моделювати режими зрошення з використанням інформаційних технологій, що дозволяє проводити програмування рівнів урожайності культур сівозміни за різних агротехнологічних заходів, обирати найбільш оптимальні варіанти штучного зволоження із зменшенням витрат поливної води на 10-17%;

– використовувати у короткоротаційних сівозмінах на зрошуваних землях інтегрований захист рослин, який сприяє зниженню чисельності шкідливих організмів в 1,6-2,5 рази.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії та навчальні посібники:

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

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

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

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

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

Статті у наукових фахових виданнях України:

6. Малярчук М. П., Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2007. Вип. 47. С. 115–119

(Проведення польових дослідів з оптимізації систем захисту рослин на поливних землях півдня України, узагальнення експериментальних даних, формулювання висновків і рекомендацій).

7. Шелудько О. Д., Косачев С. П., **Марковська О. Є.**, Малярчук В. М. ПСК 75 WG, в.г. – новий гербіцид для захисту зернових культур. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2007. Вип. 47. С. 110–114 *(Проведення польових дослідів з зерновими культурами, формулювання висновків і рекомендацій).*

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

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

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

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

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

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

14. Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Мельник А. П. Ефективність способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу в просапній сівозміні на зрошенні Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2011. Вип. 77. Ч. 2. С. 34–41 *(Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основного обробітку ґрунту, формулювання висновків і рекомендацій).*

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

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

17. Шелудько О. Д., **Марковська О. Є.** Економічна оцінка елементів системи захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Таврійський науковий*

вісник. Херсон, 2012. Вип. 80. Ч. 2. С. 280–284 (Проведення польових дослідів з гібридами кукурудзи, економічна оцінка, формулювання висновків і рекомендацій).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

28. **Марковська О. Є.**, Малярчук М. П. Агроекономічна оцінка систем

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

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

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

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

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

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

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

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

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

36. **Markovska O. Y.**, Pikovskyi M. Y., Nikishov O. O. Optimization of the

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

Тези доповідей на наукових конференціях:

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

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

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

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

41. Малярчук А. С., Борищук Р. В., Бульба І. А., **Марковская Е. Е.** Продуктивність зрошуваного севооборота при енергозберігаючих способах основної обробітки темно-каштанової ґрунту юга України. Сб. матер. 7-ой міжн. конф. молодих учених і спеціалістів. Краснодар, 2013. С. 133–135 (Проведення польових дослідів, обчислення енергетичних показників систем основної обробітки ґрунту, формулювання висновків).

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

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

44. **Марковська О. Є.** Енергетична ефективність технологій вирощування

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

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

46. **Марковська О. Є.** Вплив диференційованих систем основного обробітку та фону мінерального живлення на нітрифікаційну здатність ґрунту в короткоротаційній зрошуваній сівозміні в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: сьогодні, проблеми, перспективи*: матеріали регіон. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Дніпро, 2-3 лист. 2017 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2017. С. 36–38.

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

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

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

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

Статті в інших виданнях:

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

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

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

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

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

56. Шелудько О., **Марковська О.**, Гонтарук В. та ін. Ефективність нових інсектицидів на зрошуваній сої. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 98–100 (Проведення польових дослідів з соєю, оптимізація систем захисту рослин від шкідників, формулювання висновків).

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

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

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

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

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

62. Малярчук А., Біляєва І., **Марковська О.** та ін. Озимий ріпак у сівозмінах

на зрошенні на Півдні України. *Агрономія сьогодні. Здоров'я людини.* №8. 2017. С. 44–49 (*Проведення польових дослідів з ріпаком озимим, визначення оптимальних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій*).

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

Методичні рекомендації:

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

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

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

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

68. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.** та ін. Науково-методичні рекомендації з підготовки ґрунту, посівного матеріалу та сівби озимих культур під урожай 2011 року в господарствах Херсонської області. Херсон: Айлант, 2010. 31 с. (*Узагальнення експериментальних даних з оптимізації систем основного обробітку ґрунту та удобрення озимих культур, формулювання висновків і рекомендацій виробництву*).

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

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

71. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Марковська О. Є.**, Коковіхін С. В. та ін. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування кукурудзи в умовах

Південного Степу України. Херсон: Колос, 2017. 32 с. (*Узагальнення експериментальних даних із застосування різних систем основного обробітку ґрунту та удобрення, формулювання висновків і рекомендацій виробництву*).

АНОТАЦІЯ

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

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

У дисертаційній роботі за результатами узагальнення багаторічних меліоративних досліджень для збереження основних показників родючості темно-каштанового ґрунту, отримання сталої продуктивності польових культур на засадах ресурсозбереження науково обґрунтовано комплекс агроекологічних та технологічних заходів, які спрямовані на оптимізацію систем основного обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин короткоротаційних сівозмін в умовах зрошення. Визначено, що для покращення родючості темно-каштанового ґрунту доцільно запроваджувати польові короткоротаційні сівозміни з питомою вагою озимих зернових культур 25%, кукурудзи на зерно 25-50 та сої 25%. Проводити диференційовану систему основного обробітку з оранкою на 20-22 см під кукурудзу на зерно і дисковим обробітком під сою на 12-14 см зі щільуванням до 40 см та мілким безполицевим розпушуванням ґрунту під озимі зернові культури. Для підтримання оптимального поживного режиму ґрунту, збільшення чисельності корисної мікробіоти та досягнення рівноважного гумусного стану ґрунту доцільно використовувати технології сумісного застосування на добриво листостеблової маси сільськогосподарських культур сівозмін, мінеральних добрив дозою $N_{97,5}P_{60}$ та інокулянтів.

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

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

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

АННОТАЦИЯ

Марковская Е. Е. Научное обоснование агроэкологических и технологических приемов в севооборотах на орошаемых землях Южной Степи Украины. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.02 – сельскохозяйственные мелиорации. –

Государственное высшее учебное заведение «Херсонский государственный аграрный университет», Херсон, 2018.

В диссертационной работе по результатам обобщения многолетних мелиоративных исследований для сохранения основных показателей плодородия темно-каштановой почвы, получения стабильной продуктивности полевых культур на основе ресурсосбережения научно обоснован комплекс агроэкологических и технологических мероприятий, направленных на оптимизацию систем основной обработки почвы, удобрения и защиты растений короткоротационных севооборотов в условиях орошения. Установлено, что для улучшения плодородия темно-каштановой почвы следует применять полевые короткоротационные севообороты с удельным весом озимых зерновых 25%, кукурузы на зерно 25-50 и сои 25%. Использовать дифференцированную систему основной обработки со вспашкой на 20-22 см под кукурузу на зерно и дисковой обработкой под сою на 12-14 см со щелеванием до 40 см и мелким безотвальным рыхлением почвы под озимые зерновые культуры. Для поддержания оптимального питательного режима, увеличения численности полезной микробиоты и достижения равновесного гумусного состояния почвы целесообразно использовать технологии совместного применения на удобрение листостебельной массы сельскохозяйственных культур севооборотов, минеральных удобрений с внесением дозы $N_{97,5}P_{60}$ и инокулянтов.

По результатам обобщения многолетних экспериментальных данных смоделированы биологически оптимальные и водосберегающие режимы орошения, использование которых в производственных условиях позволяет проводить программирование урожая с различными агротехнологическими приемами, выбирать наиболее оптимальные варианты искусственного увлажнения и уменьшать расход поливной воды на 10-17%.

Применение интегрированной защиты растений в короткоротационных севооборотах на орошаемых землях снижает численность вредных организмов в 1,6-2,5 раза.

Ключевые слова: севооборот, орошение, обработка почвы, удобрения, агромероприятия, урожайность культур, моделирование, экономическая эффективность, энергетическая оценка.

SUMMARY

Markovskaya O. Ye. Scientific substantiation of agroecological and technological measures in crop rotations on irrigated lands of the Southern Steppe of Ukraine. - Qualifying scientific work as a manuscript.

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

In the dissertation, based on the results of the generalization of long-term reclamation studies to preserve the main fertility indices of dark chestnut soils, to obtain sustainable yield of field crops on the basis of resource conservation, a scientifically grounded set of agroecological and technological methods aimed at optimizing the systems of basic cultivation of soil, fertilization and protection of plants of short crop rotation under irrigation conditions. Studies of crop rotation (2007-2010 and 2011-2015)

found that the density of soil layering 0-40 cm, depending on the systems of main cultivation was not significantly changed. In the start of crop growth for cultivation, the investigated index was 1.34-1.36 g/cm³, and in variants of multi-depth and differentiated systems – 1.33-1.34 g/cm³. The total water consumption of crops of crop rotation varied in the range of 2890-3070 m³/ha, with insignificant difference in the variants of the studied tillage systems in the range of 0,8-3,2%. The most effective use of moisture for the formation of a unit of yield with minimum indicators of water consumption was determined in the plowing options at a depth of 20-22 to 28-30 cm in a system of multifield tillage in crop rotation (control) and differentiated-1 system (option 4).

The amount of ammonifying, nitrifying, oligonitrophilic and cellulose-destroying microorganisms in the soil layer of 0-40 cm under crops of crop rotation was 2.8-11.2% less than the systematic loosening of the soil without rotation (variant 3) compared with the control. On average, in the crop rotation, the nitrification capacity of the soil layer of 0-40 cm was the highest in the variant of multi-depth shelf cultivation.

The maximum yield of grain – 6.7 t/ha has formed corn for grain for differentiated-2 systems of basic cultivation of soil, and the minimum – 1.2 t/ha of rape in the form of a fieldless single-depth small-scale cultivation. In the next rotation of crop rotation-2, the highest crops were cultivated with the use of polyhedral, multi-depth and differentiated-1 systems of basic soil cultivation. An increase in the dose of mineral fertilizers from N₇₅P₆₀ to N_{97.5}R₆₀ provided a significant increase in crop yields of 10.7-21.2%.

On fertilized backgrounds, with the introduction of N₇₅P₆₀ and N_{97.5}P₆₀, the growth of humus was determined. It was +0.78 t/ha for a multifield polygonal and differentiated-1 systems of main cultivation, while it was +0.68 t/ha for a multifield polygon, or decreased by 12.8%.

It is determined that in order to improve the fertility of dark chestnut soils, it is expedient to introduce field short-rotation crop rotation with a specific gravity of winter cereal crops 25%, corn for grain 25-50 and soybeans 25%. Conduct a differentiated system of basic cultivation with plowing on 20-22 cm corn for grain and disk treatment for soya for 12-14 cm with a gap of up to 40 cm and a shallow, free-flowing loosening of soil under winter grain crops. In order to maintain the optimum nutrient regime of the soil, increase the number of useful microbiota and achieve equilibrium soil humus, it is necessary to use technologies of co-application of fertilizer of leafy mass of agricultural crops, crop rotation, mineral fertilizers with the dose of N_{97.5}P₆₀ and inoculants.

According to the results of generalization of long-term experimental data, biologically optimal and water-saving irrigation regimes have been modeled, the use of which in production conditions allows the crop programming to be carried out for different agrotechnological measures, to choose the most optimal variants of artificial humidification and to reduce the cost of irrigation water on 10-17%.

The use of integrated plant protection in short-rotation crop rotations on irrigated lands reduces the number of harmful organisms by 1.6-2.5 times.

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

Підписано до друку 26.11.2018 р. Формат 60х90/16.
Папір офсетний. Друк ризографічний. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 1,9. Наклад 100 пр. Зам. № 123

Віддруковано з готових оригінал-макетів в ТОВ “Айлант”
Свідоцтво про реєстрацію ХС №1 від 20.08.2000 р.
73000, м. Херсон, пров. Пугачова, 5/20
тел.: 050-396-08-91; 49-33-48.