



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.67:631.4

© 2019

ЗРОШЕННЯ — ГОЛОВНИЙ ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Р.А. Вожегова

*доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН
Інститут зрошуваного землеробства НААН
сел. Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна
e-mail: izz.ua@ukr.net*

Надійшла 3.05.2019

Мета. Науково обґрунтувати напрями застосування зрошення в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур у посушливих умовах Південного Степу України. **Методи.** Аналіз, синтез, узагальнення. **Результати.** За умов регіональних змін клімату в зрошуваному землеробстві України слід використовувати інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур, які базуються на використанні інноваційних підходів з оптимізацією різних способів поливу і режимів зрошення, системи удобрення, обробітку ґрунту та захисту рослин. Запропоновано структуру посівних площ і сівозмін на зрошуваних землях України для раціонального використання зрошуваних земель і запобігання негативному впливу зовнішніх чинників природного та антропогенного характеру. Розроблено методологічні та методичні підходи щодо інтегральної оцінки зрошуваних земель для їх раціонального використання, запобігання розвитку деградаційних процесів, охорони та відтворення родючості. Удосконалено ресурсощадні технології вирощування різних за біологічними властивостями культур із дотриманням проєктних нормативних витрат, установлених ученими Інституту зрошуваного землеробства та інших наукових установ НААН, розроблено наукові підходи з державно-приватного партнерства в систему та управління водними ресурсами, визначено інструменти державної підтримки та регулювання підприємницької діяльності в галузі зрошуваного землеробства. **Висновки.** Найважливішими на найближчу перспективу будуть питання щодо зменшення всіх видів ресурсних втрат на зрошення та інші елементи агротехнологій в умовах регіональних змін клімату. Для цього потрібно розробити нові наукові підходи щодо застосування інноваційних технологій штучного зволоження на засадах мінімізації

витрат води, енергії, праці та коштів, нормування поливної води, добрив, пестицидів і біопрепаратів, урахування розташування кореневої системи культур для визначення оптимальних поливних норм, використання сонячної енергії для альтернативних джерел енергії тощо.

Ключові слова: клімат, посуха, сівозміни, обробіток ґрунту, добрива, ресурсоощадні способи зрошення, економічна ефективність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk2019011->

На основі моделювання процесів змін клімату, проведеного вченими-кліматологами Кембриджської групи з різних країн світу під егідою ФАО ООН, прогнозується і подальше підвищення температури повітря в діапазоні 2–6°C у період до 2100 р. [1]. Таке зростання температури та концентрації CO₂ в повітрі матиме безпосередній вплив на біосферу Землі, зокрема на продуктивність агропромислового комплексу, врожайність і якість продукції сільськогосподарських культур. До негативних змін клімату на найближчу перспективу належать підвищення температури повітря, посилення дії посух, скорочення сніжного покриву, порушення рівномірності надходження атмосферних опадів, що в комплексі призводить до активізації ерозійних процесів і деградації ґрунтів.

Підвищення посушливості клімату зумовило необхідність зміни підходів до формування систем ведення землеробства, особливо в умовах Південного Степу України. За останні 45 років сума ефективних і позитивних температур за вегетаційний період у цьому регіоні зросла майже на 700°C, що подовжило його тривалість на 12–14 днів [2]. Слід зазначити, що продуктивність рослинницької галузі, як і сільського господарства загалом, значною мірою залежить від впливу кліматичних чинників [3].

Зрошення в умовах гострого дефіциту природної вологи є одним із головних чинників протидії негативним наслідкам глобального потепління та підвищення продуктивності рослинницької галузі. Оптимальна взаємодія зрошення з іншими складовими елементами землеробства та комплексної механізації сприяє інтенсивному використанню рослинами тепла, світла, поживних речовин, вологи, що в комплексі забезпечує ефективне використання земельних ресурсів, отриманню

високих і сталих урожаїв різних за біологічними властивостями та генетичним потенціалом культур [4].

Упродовж XX ст. зрошення набуло широкого розповсюдження у світі, нині на планеті зрошується понад 345 млн га, що становить 21 % від загальної площі ріллі, на якій виробляється понад 40% усієї сільськогосподарської продукції. Тобто продуктивність 1-го зрошеного гектара більше ніж удвічі перевищує вихід рослинницької продукції з неполивної площі. Висока ефективність штучного зволоження сприяла розв'язанню продовольчої безпеки людства, оскільки стрімке зростання площ зрошуваних земель зумовило істотне зменшення світового індексу цін на продовольство з 2,2% у 1971–1980 рр. до 0,8% у 2000–2005 рр. [5].

Наслідком глобальних змін клімату є зростання температур повітря, зменшення його відносної вологості, зниження кількості та порушення рівномірності надходження атмосферних опадів, зростання дефіциту якісної поливної води. Це зумовлює використання нових методологічних підходів до організації штучного зволоження на регіональному і мікролокальному рівнях [6].

У багатьох країнах світу в невеликих фермерських господарствах не вистачає коштів, часу, енергії або води, оскільки наявні технології зрошення є надзвичайно ресурсомісткими. Обробіток ґрунту, унесення добрив, сімба, догляд за посівами, збирання врожаю потребують значних витрат трудових ресурсів і часу, дизельні насоси — палива, електричні — підключення до мереж та електроенергії. Проте іноді поливна вода не потрапляє в прикореневу зону рослин, а випаровується (під час поливів дощуванням), стікає за межі полів (за поливів

поверхневим способом), переміщується в глибокі прошарки ґрунту й стає недоступною (поливи затопленням) [7].

Отже, інтенсивні технології вирощування зумовлюють необхідність застосування значних обсягів ресурсів для отримання оптимальних рівнів урожайності сільськогосподарських культур. Тому велике наукове й практичне значення має застосування інноваційних підходів до формування систем землеробства на зрошуваних землях, які базуються на принципах водо- й ресурсоощадження, нормування витрат поливної води, добрив, пестицидів і біопрепаратів, ураховують розташування кореневої системи культур, використання альтернативних джерел енергії тощо [8].

Мета досліджень — науково обґрунтувати напрями застосування зрошення в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур у посушливих умовах Південного Степу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведені з використанням сучасних методик дослідної справи в агрономії та зрошуваному землеробстві [9]. Для виявлення статистичних зв'язків використано результати польових дослідів з різними сільськогосподарськими культурами вітчизняної селекції, закладених згідно із загальноприйнятими методиками [10]. Щоб запобігти впливу на результати статистичної оцінки обмежувальних факторів технології вирощування, для оцінки врожайності брали за оптимальних режимів зрошення та фонів мінерального живлення.

Результати досліджень. У всьому світі на сільське господарство припадає близько 70% споживання води і 30% споживання енергії. Тому стратегічними питаннями є зниження витрат поливної води та енергії під час проведення поливів. Оскільки багато сільгосптоваровиробників обмежені в ресурсному забезпеченні, вчені-аграрії мають запропонувати комплекс заходів з економії та мінімізації витрат води, енергії, праці та коштів шляхом розроблення і відпрацювання новітніх технологій, що враховують витрати цих чотирьох ресурсів і можуть підвищити економічну ефективність ведення зрошуваного землеробства [11].

Краплинне зрошення в 2–3 рази зменшує витрати поливної води на одиницю посівної площі, підвищує врожайність і поліпшує якість рослинницької продукції. Проте найголовнішою перевагою цього способу штучного зволоження є економія ресурсів та підвищення їх окупності одиницею приросту врожаю. Краплинне зрошення вперше було використано понад 100 років тому, але й донині воно потребує вдосконалення і підвищення його ресурсоощадного спрямування. Тому ресурсоощадні технології штучного зволоження слід адаптувати до унікальних особливостей кожного господарства та регіону [10].

Перспективним для розв'язання проблем зрошуваного землеробства щодо ресурсозбереження та підвищення економічної ефективності є застосування мікрозрошення та насосів із живленням від сонячних батарей [11].

Для оптимізації зрошення і зменшення витрат поливної води та енергетичних ресурсів потрібно розробляти і впроваджувати інноваційні системи штучного зволоження з максимальним спрощенням та низькою вартістю. При цьому важливо враховувати локальні умови зрошення й площі поливу для виготовлення насосів. Останніми роками широко розповсюджені насоси потужністю 40–200 Вт, які використовують для зрошення невеликих полів площею 1000–5000 м². За таких умов можна застосовувати для живлення таких насосів сонячні батареї і компенсувати витрати на зрошення за 1–2 сезони вирощування сільськогосподарських культур [11].

Вирощування сільськогосподарських культур пов'язане з дією та взаємодією багатьох факторів, про що свідчить вплив природних і антропогенних умов. На рівні кожного господарства з метою підвищення екологічності агротехнічних і меліоративних заходів та способів ведення сільського господарства слід оцінювати їхній вплив на ґрунти та агроєкосистеми. На півдні України найдієвішим заходом щодо поліпшення водного режиму ґрунту є штучне зволоження, яке дає змогу істотно підвищити продуктивність сільського господарства. Багаторічними польовими дослідими Інституту зрошуваного землеробства НААН

та інших наукових установ доведено, що за рахунок штучного зволоження можна створити сприятливі умови для реалізації потенційних можливостей сортів і гібридів та забезпечити істотне зростання обсягів виробництва валової продукції рослинництва з одиниці посівної площі.

Підвищення ефективності наукових досліджень і конкурентоспроможності наукових розробок у галузі зрошувального землеробства в південному регіоні України є важливим напрямом стабілізації виробництва аграрної продукції в умовах посушливого клімату і одним із пріоритетних напрямів державної політики. Інститутом зрошувального землеробства НААН були розроблені і постійно вдосконалюються системи зрошувального землеробства в областях степової зони, які дають змогу отримувати в 3–5 разів вищу врожайність сільськогосподарських культур порівняно з урожайністю в неполивних умовах. Режими зрошення, зорієнтовані на біологічні та генетичні особливості сучасних сортів і гібридів, дають змогу економити 15–40% поливної води фактично без втрат урожаю.

Теоретичні розробки на зрошуваних землях є науковою основою раціонального та екологічно безпечного застосування добрив і меліорантів. Широкого розповсюдження набула нова ресурсоощадна система удобрення сільськогосподарських культур, що забезпечила зниження витрат мінеральних добрив на 24–72% порівняно з прийнятими нормами, яку щороку впроваджували в районах Херсонської, Миколаївської, Дніпропетровської областей на площі 50 тис. га. Розробки Інституту є складовою частиною «Перспективного плану збереження і підвищення родючості ґрунтів Херсонської області».

Впровадження розробленої Інститутом зрошувального землеробства НААН «Методики визначення окупності поливної води та відшкодування витрат на її подачу» дасть змогу підвищити ефективність функціонування водогосподарського комплексу і зрошувального землеробства південного регіону загалом, раціональніше розподіляти кошти.

Розробки Інституту є науково-технічною базою ведення землеробства на зрошуваних

землях у південному регіоні. У сівозмінах із короткою ротацією значного поширення в регіоні набула розроблена система ґрунтозахисного енергоощадного обробітку ґрунту, яка забезпечує економію паливно-мастильних матеріалів на 20% зі зниженням енергоємності процесу на 40%. Удосконалені в Інституті технології вирощування сільськогосподарських культур впроваджують на зрошуваних землях у Херсонській, Миколаївській, Одеській та Дніпропетровській областях на площах: пшениця озима — 150 тис. га, соя — 35, овочеві культури — 25 тис. га. Водоощадні режими зрошення сільськогосподарських культур, що забезпечують економію поливної води, енергоресурсів та отримання 4,5–5,5 млн грн чистого прибутку, використовують у господарствах Херсонської, Миколаївської, Дніпропетровської, Запорізької областей на площі 300 тис. га.

У польових дослідках Інститутом зрошувального землеробства НААН встановлено, що завдяки кращим показникам щільності складення, пористості та водопроникності запаси вологи на час відновлення весняної вегетації озимих і появи сходів ярих культур за різноглибинних систем полицевого та безполицевого обробітку були на 3,5–7% вищими, ніж за мілкого одноглибинного. Витрати води на формування 1 т продукції в усіх сівозмінах найнижчими були за різноглибинної оранки — коливалися від 723 м³/т у сівозміні з 75%-м насиченням зерновими до 973 м³/т зі зменшенням питомої маси зернових культур до 50% та до 1100 м³/т — до 25%. Подібна закономірність відзначається і за систем різноглибинного та одноглибинного мілкого безполицевого обробітків зі зменшенням відповідно на 5–10 та 50–60%.

Сприятливіші умови для накопичення поживних речовин у шарі ґрунту 0–40 см створювалися на початку весняної вегетації сільськогосподарських культур у сівозміні з 75%-м насиченням зерновими культурами і на фоні різноглибинного основного обробітку з обертанням скиби.

Заміна оранки на безполицевий глибокий основний обробіток сприяла зниженню вмісту нітратів, рухомого фосфору та обмінного калію відповідно на 10; 17 та 8%, із застосуванням мілкого безполицевого

розпушування ці показники були нижчими відповідно на 27; 23 та 13%. Подібна закономірність спостерігалася і в сівозмiнах № 1 з 25%-им та № 2 з 50%-им насиченнями зерновими культурами, водночас показники вмісту поживних речовин були істотно нижчими.

Найвищу врожайність культур і продуктивність сівозмiн забезпечила сівозмiна № 3 з 75%-им насиченням зерновими і 25%-им технічними культурами за різноглибинного обробітку з обертанням скиби, де її показники становили 10,3 т/га з прибутком 37,9 тис. грн і рівнем рентабельності 187% (рисунок).

Водночас за одноглибинного мілкого обробітку рівень рентабельності знизився до 103%. У I і II сівозмiнах прибуток і рівень рентабельності були істотно нижчими, водночас закономірність щодо способів і глибини основного обробітку збереглася.

У польових дослідках за напрямом оптимізації технології вирощування нових гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних способів поливу та якості поливної води визначено рівень мінералізації, іонно-сольовий склад зрошувальної води та виконали її іригаційну оцінку згідно з ДСТУ-2730-2015. Отримано базову інформацію щодо

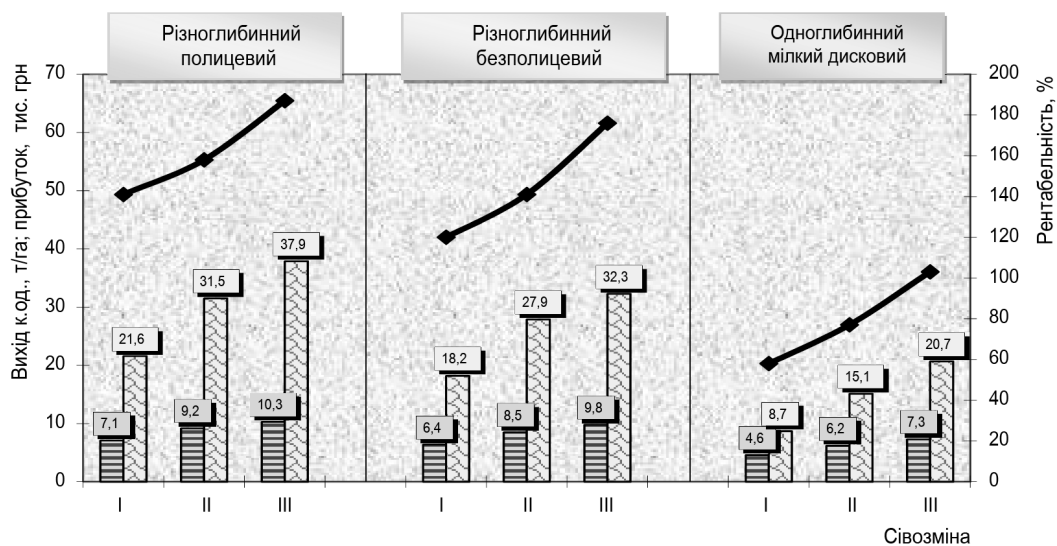
економічної ефективності комплексної дії нових гібридів кукурудзи, різних способів поливу в умовах Інгулецької та Каховської зрошувальних систем.

З'ясовано, що за поливу водою 2-го класу з Інгулецької зрошувальної системи врожайність гібридів кукурудзи знижувалася на 5–10% порівняно з результатами досліджень, отриманих на Каховському зрошуваному масиві (табл. 1).

За дощування найвищу врожайність зерна на рівні 14,1–18,8 т/га формували гібриди з ФАО 380–430 Азов і Арабат, за краплинного зрошення абсолютну перевагу мав гібрид Арабат, урожайність зерна якого підвищилася до 18,7–19,0 т/га.

Одним із головних чинників інтенсифікації виробництва продукції в зрошуваному землеробстві є селекційні розробки. В Інституті зрошуваного землеробства НААН створюються нові сорти і гібриди з генетично зумовленою адаптивністю до умов зрошення. Створено понад 70 сортів і гібридів пшениці озимої, сої, кукурудзи, люцерни, томатів та інших культур.

Сорти пшениці озимої мають потенціал урожайності 8–11 т/га зерна і високу адаптивну здатність. Нові сорти люцерни поєднують, які накопичують у ґрунті до 2,7 ц/га



Показники продуктивності та економічної ефективності функціонування сівозмiн за різних систем обробітки ґрунту: — вихід кормових одиниць, т/га; — прибуток, тис. грн.; — рентабельність, %

Урожайність зерна гібридів кукурудзи за різних способів поливу та режиму зрошення (середнє за 2016 – 2018 рр.), т/га

Гібрид	ФАО	Полів дощуванням ДДА 100МА, Інгулецький зрошувальний масив, передполивна вологість 80% НВ	Полів краплинним зрошенням, Інгулецький зрошувальний масив, передполивна вологість 85% НВ	Полів краплинним зрошенням, Каховський зрошувальний масив, передполивна вологість 85% НВ	Полів дощуванням Зематік, Каховський зрошувальний масив, передполивна вологість 80% НВ
ДН Пивиха	190	9,75	10,10	10,76	10,57
Оберіг	190	10,61	11,00	12,10	11,54
Хотин	250	12,61	12,29	13,41	13,97
Галатея	250	12,21	11,91	13,46	12,71
Корунд	280	12,38	12,64	12,54	12,42
Росток	300	12,93	14,81	15,65	12,85
Збруч	350	12,77	14,87	15,20	12,81
Візир	350	10,61	11,43	11,72	11,48
Каховський	350	11,23	13,72	13,28	11,37
Азов	380	14,09	14,25	15,34	14,57
Рава	420	14,65	15,81	16,27	14,38
Арабат	430	14,30	18,71	18,95	14,83
НІР ₀₅		0,37	0,56	0,42	0,44

біологічного азоту, поєднують у собі високі потенціали кормової, насінневої та азотофіксувальної продуктивності з широкими адаптаційними властивостями до біотичних та абіотичних умов довкілля. Створено високопродуктивні сорти сої різних груп стиглості з рівнем урожайності 3,7–5,6 т/га насіння, високим умістом білка — 39–42% та жиру — 20–23%. Крім цього, нові сорти і гібриди мають перевагу за стійкістю до хвороб і вилягання.

Ефективність агротехнологій на зрошуваних землях підтверджена їх масштабним впровадженням. В умовах півдня України розроблену систему обробітку ґрунту

застосовують на площі 200–215 тис. га. Ресурсоощадну систему удобрення сільськогосподарських культур із використанням оптимальних параметрів умісту елементів живлення в ґрунті впроваджено на площі 57,5 тис. га. При цьому економія ресурсів у середньому становила 150 грн/га. У Херсонській області впроваджується технологія вирощування томатів із застосуванням у технологічному процесі сортів власної селекції. Вона забезпечила максимальну врожайність 115 т/га плодів з умістом сухих речовин у плодах до 7%. Обсяг впровадження — 1600–2500 га з перспективою розширення до 10 тис. га.

Висновки

За умов змін клімату в зрошуваному землеробстві України слід застосовувати інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур, які ґрунтуються на використанні інноваційних засад з оптимізацією різних способів поливу та режимів зрошення, системі удобрення,

обробітку ґрунту та захисту рослин. Запропоновано структуру посівних площ і сівозмін на зрошуваних землях України для раціонального використання зрошуваних земель і запобігання негативному впливу зовнішніх чинників природного та антропогенного характеру.

Розроблено методологічні і методичні підходи до інтегральної оцінки зрошування земель для їх раціонального використання, запобігання розвитку деградаційних процесів, охорони та відтворення родючості. Удосконалено ресурсощадні технології вирощування різних за біологічними властивостями культур із дотриманням проектних нормативних витрат, установлених ученими Інституту зрошуваного землеробства НААН та інших наукових установ НААН. Розроблено наукові підходи з державно-приватного партнерства в систему та управління водними ресурсами, визначено інструменти державної підтримки та регулювання підприємницької діяльності

в галузі зрошуваного землеробства.

Найважливішими на найближчу перспективу є питання зменшення усіх видів ресурсних втрат на зрошення та інші елементи агротехнологій в умовах регіональних змін клімату. Для цього потрібно розробити нові наукові підходи щодо застосування інноваційних технологій зрошення на засадах мінімізації витрат води, енергії, праці та коштів, нормування поливної води, добрив, пестицидів і біопрепаратів, урахування розташування кореневої системи культур для визначення оптимальних поливних норм, використання соночної енергії для альтернативних джерел енергії тощо.

Вожегова Р.А.

*Інститут орошаемого земледелия НААН,
пос. Надднепрнянський, г. Херсон, 73483, Україна;
e-mail: izz.ua@ukr.net*

Орошение — главный элемент современных агротехнологий в условиях Южной Степы Украины

Цель. Научно обосновать направления применения орошения в современных технологиях выращивания сельскохозяйственных культур в засушливых условиях Южной Степы Украины. **Методы.** Анализ, синтез, обобщение. **Результаты.** В условиях изменения климата в орошаемом земледелии Украины необходимо использовать интенсивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур, основанные на использовании инновационных методов с оптимизацией различных способов полива и режимов орошения, систем удобрения, обработки и защиты растений. Предложена структура посевных площадей и севооборотов на орошаемых землях Украины для рационального использования орошаемых земель и предотвращения негативного воздействия внешних факторов природного и антропогенного характера. Разработаны методологические и методические подходы по интегральной оценке орошаемых земель для их рационального использования, предотвращения развития деградационных процессов, охраны и воспроизводства плодородия. Усовершенствованы ресурсосберегающие технологии выращивания разных по биологическим свойствам культур с соблюдением проектных нормативных затрат, установленных учеными Института орошаемого земледелия и других научных учреждений НААН, разработаны научные подходы по государственно-частному партнерству в систему

управления водными ресурсами, определены инструменты государственной поддержки и регулирования предпринимательской деятельности в области орошаемого земледелия.

Выводы. Важнейшими на ближайшую перспективу будут вопросы по уменьшению всех видов ресурсных потерь на орошение и другие элементы агротехнологий в условиях региональных изменений климата. Для этого необходимо разработать новые научные подходы по применению инновационных технологий искусственного орошения на основе минимизации расхода воды, энергии, труда и средств, нормирования поливной воды, удобрений, пестицидов и биопрепаратов, учета расположения корневой системы культур для определения оптимальных поливных норм, использования солнечной энергии для альтернативных источников энергии и тому подобное.

Ключевые слова: климат, засуха, севооборот, обработка почвы, удобрения, ресурсосберегающие способы орошения, экономическая эффективность.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovissnyk2019011-10>

Vozhegova R.

Institute of Irrigated Agriculture of NAAS, sett. Naddniprianske, Kherson, 73483, Ukraine; e-mail: izz.ua@ukr.net

Irrigation as the principal element of modern agrotechnologies in conditions of South Steppe of Ukraine

The purpose. To justify scientifically directions of application of irrigation in modern crop production technologies in rainless conditions of South Steppe of Ukraine. **Methods.** Analysis, synthesis, generalization. **Results.** In conditions of climate fluctuation it is necessary to use in irrigation

farming of Ukraine the intensive crop production technologies based on use of innovative methods with optimization of different methods of showering and regimes of irrigation, fertilizer systems, treatment and protection of plants. Structure of sown area and crop rotations on irrigated lands of Ukraine for intelligent use of irrigated lands and avoidance of negative impact of external factors of natural and anthropogenic character is offered. Methodological and methodical approaches are developed on the basis of integral criterion of irrigated lands for their intelligent use, avoidance of degradation processes, protection and reproduction of fertility. Resources saving techniques are improved of cultivation of different crops on biological properties with observance of project normative expenditures worked out by scientists of Institute of irrigation farming and other scientific institutes of NAAS. Scientific approaches on state-private partnership in guidance system of water resources are

developed, and instruments of state support and regulation of entrepreneurial business in the field of irrigation farming are specified. **Conclusions.** The major on immediate prospects will be problems of decreasing all sorts of resource losses by irrigation and other elements of agrotechnologies in conditions of regional climate fluctuations. For this purpose it is necessary to develop new scientific approaches on application of innovative techniques of artificial irrigation on the basis of minimization of discharge of water, energy, work and means, setting of irrigation water, fertilizers, pesticides and biological preparations, taking into account location of root system of crops for determination of optimum doses of watering, use of solar energy for alternative power supplies and so forth.

Keywords: *climate, drought, crop rotation, soil cultivation, fertilizers, resources saving methods of irrigation, economic efficiency.*

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk2019011-10>

Бібліографія

1. *Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель;* за ред. С.А. Балюка, М.І. Ромащенко, В.А. Сташука. Київ: Аграрна наука, 2009. 624 с.

2. *Сніговий В.С.* Проблеми землеробства й ефективність сучасного виробництва. *Таєрійський науковий вісник.* 2003. Вип. 27. С. 29–33.

3. *Бабич А.О.* Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 133 с.

4. *Силва Ж.Г., Нвазе К.Ф., Казин Э.* Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство. ФАО ООН. Рим, 2016. С. 12–14.

5. *Gathala M.K., Timsina J., Islam Md. S.* Conservation agriculture based tillage and crop establishment options can maintain farmers' yields and increase profits in South Asia's rice-maize systems. *Evidence from Bangladesh. Field Crops Research.* 2014. P. 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.12.003>

6. *Asfaw S., Maggio G.* Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research. *Food and*

Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2016. 20 p.

7. *McCarthy N.* Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. *Integrated Surveys on Agriculture.* Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.

8. *Снеговой В.С., Гаврилица А.О.* Орошение: от древнего искусства до современной науки. Кишинев: Штиинца, 1989. 135 с.

9. *Hemis I.T.* Зміна клімату в зоні зрошення. *Зрошене землеробство.* 1994. Вип. 39. С. 7–12.

10. *Сніговий В.С., Жуйков Г.Є., Димов О.М.* Економічні важелі еколого-безпечного ведення землеробства на зрошуваних землях Південного Степу. *Агроекологічний журнал.* Київ, 2003. С. 32–37.

11. *Fischer R.A., Byerlee D., Edmeades G.O.* Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? *Australian Centre for International Agricultural Research.* 2014. № 158. P. 52–59. <https://doi.org/10.1007/s12571-014-0392-y>