



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.582:631.51

© 2016

*М.І. Ромащенко,*  
академік НААН,  
доктор технічних наук

*О.П. Музика,*  
кандидат  
технічних наук

*Інститут водних проблем  
і меліорації НААН*

*Р.А. Вожегова,*

*М.П. Малярчук,*  
доктори сільсько-  
господарських наук

*Інститут зрошуваного  
землеробства НААН*

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ СІВОЗМІН НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЗА РІЗНОГО ЇХ НАСИЧЕННЯ ЗЕРНОВИМИ І ТЕХНІЧНИМИ КУЛЬТУРАМИ**

**Мета.** Дослідити спроможність зрошувальних систем забезпечувати науково обґрунтовані режими зрошення сільськогосподарських культур у сівозмінах з різною питомою часткою вологолюбних культур сої та кукурудзи. **Методи.** Польовий, лабораторний, розрахунковий. **Результати.** Запровадження впродовж останніх років структури посівних площ і сівозмін із підвищеною насиченістю високорентабельними вологолюбними просапними культурами, зокрема соєю та кукурудзою, максимальне водоспоживання яких припадає на липень і серпень, не відповідає спроможності функціональних зрошувальних систем вчасно подати необхідну кількість води, що призводить до порушення оптимальних режимів їх зрошення. **Висновки.** На цьому етапі розвитку агропромислового комплексу за наявного стану зрошувальних систем застосовувати високоінтенсивні просапні системи землеробства неможливо без проведення повної реконструкції та модернізації зрошувальних систем з одночасним підвищенням їх гідромодуля до 0,7 л/с/га. На зрошуваних ділянках із гідромодулем понад 0,35 л/с/га доцільно застосовувати 4-пільні сівозміни з частками кукурудзи, сої та пшениці озимої відповідно 50, 25 та 25%, або 25, 50 та 25% та 2-пільні сівозміни з 50%-м насиченням соєю і пшеницею озимою.

**Ключові слова:** короткоротаційні сівозміни, зрошення, зрошувальні системи, гідромодуль, родючість ґрунту, прибуток.

Важливим завданням землеробства є досягнення стабільної, адекватної біокліматичному потенціалу енергетично та економічно обґрунтованої врожайності

вироснутих культур; отримання якісної та екологічно безпечної продукції рослинництва [1–3]. Вирішення цього завдання залежить від ефективного використання землі як основного

засобу виробництва в сільському господарстві. Найраціональніше використання орних земель, матеріальних і трудових ресурсів забезпечується впровадженням сівозмін. Розробленню теоретичних основ відповідно до природно-кліматичних умов сівозмін та практичному їх застосуванню належить провідна роль у вирішенні головних завдань землеробства. Порушення сівозмін і технологій вирощування польових культур призводить до погіршення екологічного стану орних земель, значного зниження їх продуктивності та ефективної родючості ґрунтів [5, 7].

У посушливих умовах півдня України, де лімітувальним фактором є волога, для одержання сталого врожаю сільськогосподарських культур їх посіви слід розміщувати на зрошуваних землях. Дефіцит води для зрошення в цьому регіоні зумовлює необхідність розроблення наукових положень і практичних рекомендацій з ефективного використання поливних земель та водних ресурсів. Одним з основних факторів оптимізації використання поливних земель і поливної води є підбір культур із високим рівнем адаптації до комплексу природно-кліматичних факторів та визначення їх співвідношення [8, 9, 10].

Різноманіття ґрунтових, меліоративних та економічних чинників потребує диференційованого, комплексного підходу до добору культур і побудови сівозмін на поливних землях [4, 6].

Численні експериментальні дослідження вітчизняних авторів засвідчили, що сільськогосподарські культури мають різний вплив на агрохімічний стан, біохімічну активність, фізичні та водно-фізичні властивості ґрунту, розвиток певних видів бур'янів, хвороб і шкідників. За результатами досліджень обґрунтовано особливості побудови польових зрошуваних агрофітоценозів та культурообігу в них, що дає змогу стабілізувати використання поливних земель і підвищити їх ефективність.

Найменш експериментально вивченими та науково обґрунтованими є просапні сівозміни, які знайшли поширення на зрошуваних землях України протягом останніх 10 років в господарствах, що спеціалізуються на виробництві зернових і технічних культур. Нині із загальної площі зрошення в Україні близько 475 тис. га їх застосовують на площі 265 тис. га, що становить 55,8%.

У цих новостворених великотоварних підприємствах, де немає галузі тваринництва, пріоритетне місце займають короткоротаційні сівозміни із соєю, соняшником і кукурудзою

на зерно. Зернові колосові та багаторічні трави тут практично не вирощують, у структурі посівних площ їх частка становить 10–15%. Лише окремі господарства сіють пшеницю озиму на площі, що займає 25% сівозміної площі.

На зрошуваних землях України таке насичення сівозмін просапними культурами (кукурудзою та соєю), сумарне випаровування яких досягає 7000–8000 м<sup>3</sup>/га за середньорічної суми атмосферних опадів 410 мм (4100 м<sup>3</sup>/га), в переважній більшості випадків призводить до порушення рекомендованих режимів зрошення, що не відповідають гідромодулю зрошувальних діляниць і систем загалом. Як наслідок, знижується врожайність сільськогосподарських культур і погіршується якість вирощеної продукції. Крім того, виникають серйозні проблеми з фітосанітарним станом посівів, погіршується сольовий режим зрошуваних ґрунтів, піднімається рівень ґрунтових вод, що призводить до порушення екологічної рівноваги в зоні дії зрошувальних систем.

Для господарств зрошуваної зони на цьому етапі розвитку агропромислового комплексу за наявного стану зрошувальних систем, силового обладнання і дощувальної техніки перехід на високоінтенсивні просапні системи землеробства потребує їх реконструкції з повним технічним переоснащенням.

**Мета досліджень** — наукове обґрунтування параметрів оптимального співвідношення і насичення короткоротаційних сівозмін окремими культурами, що забезпечить збереження родючості ґрунту, прибутковості і стабільності рослинницької галузі.

Дослідження проводили впродовж 2011–2014 рр. на центральній експериментальній базі Інституту зрошуваного землеробства НААН у зоні дії Інгулецької зрошувальної системи з гідромодулем 0,35 л/с/га. Експериментальним і широким виробничим впровадженням охоплено базові господарські формування в зоні дії Каховської зрошувальної системи та Північно-Кримського магістрального каналу з використанням комплексу ґрунтообробних машин і агрегатів із різною конструкцією робочих органів та дощувальних машин ДМ «Фрегат» і «Zimmatic».

Дослід містить 6 польових сівозмін із різним насиченням їх зерновими і технічними культурами (табл. 1).

Технологія вирощування сільськогосподарських культур у досліді була загальноприйнятою

## 1. Схеми експериментальних сівозмін та частка в них зернових і технічних культур

№ поля	Сівозмін					
	2-пільна		3-пільна		4-пільна	
1	соя 50%	соя 50%	соя 33,3%	кукурудза 33,3%	соя 25%	кукурудза 25%
2	пшениця 50%	кукурудза 50%	соя 33,3%	кукурудза 33,3%	соя 25%	кукурудза 25%
3			кукурудза 33,4%	соя 33,4%	кукурудза 25%	соя 25%
4					ячмінь 25%	пшениця 25 %

Примітка. У чисельнику — сільськогосподарська культура; у знаменнику — частка культури в сівозміні.

для зрошуваних умов. Ґрунт дослідного поля — темно-каштановий середньосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі — 2,2%. Найменша вологемісткість шару ґрунту 1 м — 21,3%, вологість в'янення — 9,5%.

**Методи досліджень.** Польовий, лабораторний, розрахунковий.

**Результати досліджень.** Для сільськогосподарських культур, які входять до складу експериментальних сівозмін, розроблено науково обґрунтовані режими зрошення, що відповідають їх біологічним особливостям. На основі цього і формується різна потреба в поливній воді впродовж вегетаційного періоду.

У зв'язку з формуванням упродовж останніх років структури посівних площ і сівозмін із підвищеною насиченістю високорентабельними і вологолюбними просапними культурами, такими, як соя та кукурудза, максимальне водоспоживання яких припадає на липень і серпень, спроможність функціонувальних зрошувальних систем із подання води не завжди відповідає дотриманню оптимального режиму їх зрошення, особливо в критичні періоди розвитку. Так, пшениця та ячмінь озимі понад 40% поливної води використовують у травні та частково в I декаді червня. За 42 дні поливного сезону пшениця озима витрачає 1800 м<sup>3</sup>/га, тобто 42,8 м<sup>3</sup>/га за добу, а ячмінь озимий усю зрошувальну норму 1400 м<sup>3</sup> використовує в травні із середньодобовими витратами поливної води 45,2 м<sup>3</sup>/га.

Зниження запасів води в шарі ґрунту 0–50 см до передполивного порогу зволоження (70% НВ) у посівах кукурудзи і сої відбувається на початку II декади червня. Поливний період у цих культур розпочинається після припинення поливів ячменю озимого

та пшениці і продовжується 55–65 днів у середньостиглих гібридів кукурудзи, до 75–80 днів — у середньостиглих сортів сої залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду. За цей час середньостиглий гібрид кукурудзи СОВ-329 МВ використовував 60–65 м<sup>3</sup>/га, а сорт сої Даная — 40–43 м<sup>3</sup>/га поливної води за добу. Слід зазначити, що кукурудза витрачає поливну воду впродовж поливного періоду рівномірніше, ніж соя. Так, середньостиглі гібриди кукурудзи в червні витрачають близько 30% зрошувальної норми, липні — 45 і серпні — 25%, а середньостиглі сорти сої у червні витрачають лише 12% поливної води, липні — 33 і найбільше в серпні — 55%.

Середньозважена зрошувальна норма для експериментальних сівозмін досягала в липні 4300 м<sup>3</sup>/га на ділянках із 50 та 66,6%-м насиченням соєю, оскільки пік водоспоживання цієї культури припадає на другий місяць літа. У серпні в сівозмінах з 50%-м насиченням соєю вона різко зменшувалася і становила 3000 м<sup>3</sup>/га, а 50- та 66,6%-м насиченням кукурудзою знижувалася до 3500 та 3900 м<sup>3</sup>/га і залишалася високою. Тобто ці 2 місяці є найнавантаженишими для водопостачання.

Величина гідромодуля за науково обґрунтованих режимів зрошення сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах у липні становила 0,447–0,531 л/с/га. Це свідчить про те, що липень є критичним для 2- та 3-пільних сівозмін з 50- та 66,6%-м насиченням соєю і кукурудзою. Проектні значення гідромодуля функціонувальних зрошувальних систем та їх діляниць забезпечити його неспроможні.

Для більшості сільськогосподарських культур досліджуваних 2011–2014 рр. були сухими з 95%-м дефіцитом вологозабезпеченості,

тому такими великими були значення гідромодуля. Тобто потребувалася значно більша кількість води в літрах за 1 с на 1 га сівозмінної площі, ніж передбачено проектними розрахунками.

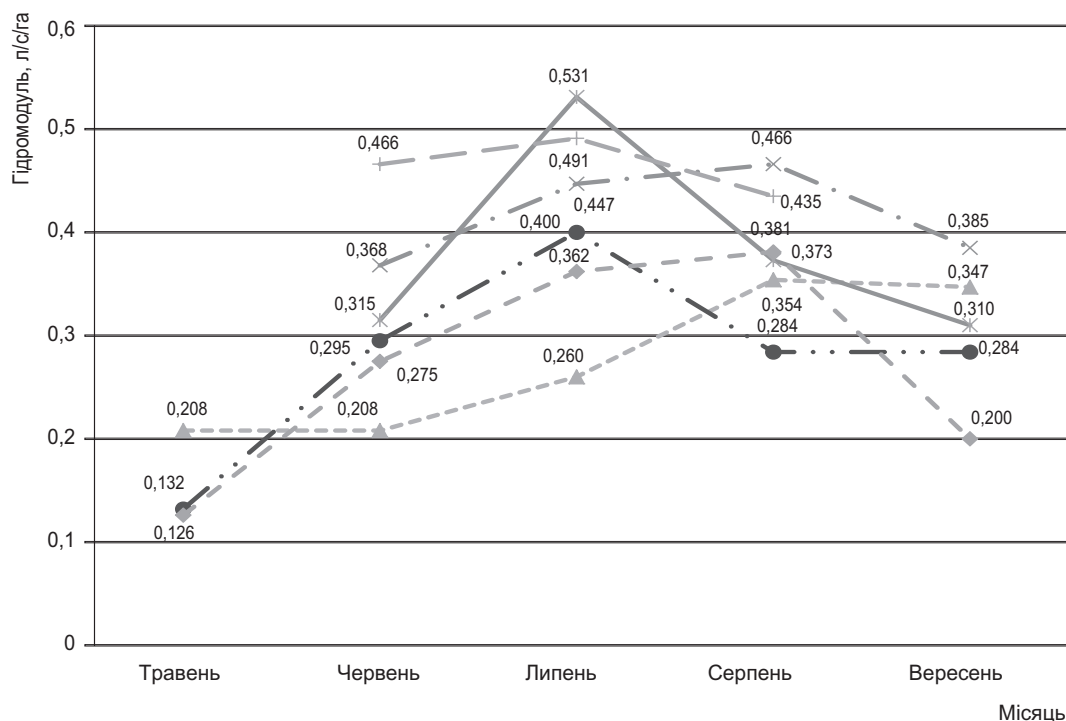
Будівництво всіх зрошуваних систем в Україні розраховане на середньосухі роки з 75%-м дефіцитом вологозабезпеченості. Лише у вологі роки основні зрошувальні системи України здатні забезпечити комфортний рівень зволоження культур у сівозмінах з підвищеним (50–66%) насиченням соєю (рисунок).

У зв'язку з посушливістю клімату за останні 20 років змінилися умови природної вологозабезпеченості рослин. Тому співвідношення зернових і технічних культур у короткоротаційних сівозмінах потребує подальшого наукового вивчення, зокрема реакції цих культур на фізико-механічний стан і формування режиму вологозабезпеченості та мінерального живлення.

У сівозмінах на зрошуваних землях найбільш поширеними і високопродуктивними

культурами є кукурудза та соя, які для інтенсивного росту і розвитку потребують розпушеного, збагаченого поживними речовинами та вологою орного і кореневмісного шару.

Установлено, що найповніше цим умовам відповідають способи основного обробітку ґрунту з обертанням скиби. При цьому щільність орного шару знижується до 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>, післяжнивні рештки та малорухомі фосфорні добрива загортаються на глибину 20–30 см, тобто в зону стабільного зволоження і максимального розгалуження кореневої системи, що сприяє підвищенню нітрифікаційної здатності ґрунту порівняно з мілкими та поверхневими безполицевими способами і системами основного обробітку. Так, за різноглибинного полицевого обробітку на початку вегетації кукурудзи і сої в шарі ґрунту 0–40 см нітрифікаційна здатність становила 96,4–99,8 мг/кг, за безполицевих способів вона знижувалася до 81,8–84,5 мг/кг ґрунту, або на 15,2–15,4%.



**Середня ордината гідромодуля для експериментальних сівозмін із різною питомою часткою технічних і зернових культур за фактичних норм та строків поливу, л/с/га:** —▲— сівозміна 2-пільна — соя, пшениця озима; —×— сівозміна 3-пільна — соя, соя, кукурудза; —\*— сівозміна 4-пільна — соя, соя, кукурудза, ячмінь озимий; —+— сівозміна 2-пільна — соя, кукурудза; —●— сівозміна 3-пільна — кукурудза, кукурудза, соя; —◆— сівозміна 4-пільна — кукурудза, кукурудза, соя, пшениця озима

**2. Продуктивність та економічна ефективність функціонування короткоротаційних сівозмін залежно від питомої частки в них зернових і технічних культур**

Показник	У середньому на 1 га сівозмінної площі					
	Сівозмінна					
	соя, пшениця озима	соя, кукурудза	кукурудза, кукурудза, соя	соя, соя, кукурудза	кукурудза, кукурудза, соя, пшениця озима	соя, соя, кукурудза, ячмінь озимий
	1	2	3	4	5	6
Вихід к.од., т/га	6,22	10,19	10,27	6,21	11,9	7,45
Вартість валової продукції, грн	13055	15180	19593	16533	15197	13394
Прибуток, грн/га	6351	7729	11535	8838	8195	6538
Рентабельність, %	97,9	103,3	140,0	112,0	117,7	95,0
Окупність поливної води, кг/м <sup>3</sup>	2,01	2,72	2,23	1,85	3,33	2,17
Примітка. 1–6 — номери ланки сівозміни.						

Фосфорно-калійний режим темно-каштанового ґрунту в просапних сівозмінах на зрошенні з різним насиченням кукурудзою та соєю формується залежно від різних способів і систем основного обробітку ґрунту, удобрення та режиму зрошення. З урахуванням цього слід зазначити, що важливим джерелом поповнення ґрунту елементами мінерального живлення є післяжнивні рештки сої, ячменю озимого та зернової кукурудзи, які становлять 3–4, 4–5 та 11–12 т/га за коефіцієнта їх використання 0,31, 0,20 та 0,30% відповідно. Тому завдяки внесенню мінеральних добрив та зрошенню розчинність фосфатів підвищується внаслідок значного підкислення ґрунтового розчину.

Сприятливий агрофізичний стан, водний та поживний режими ґрунту забезпечили оптимальні умови для росту і розвитку рослин та формування їх продуктивності, яка є найважливішим критерієм оцінювання сівозмін. У сівозмінах із різним насиченням зерновими та зернобобовими культурами врожайність кукурудзи становила 10,0–14,8 т/га, сої — 3,15–3,52 т/га, ячменю та пшениці озимих відповідно 4,63 і 7,17 т/га (табл. 2).

За аналізу даних щодо кормової цінності всіх досліджуваних ланок сівозмін за виходом кормових одиниць на 1 га сівозмінної площі встановлено, що найбільшим цей показник був у ланці сівозміни № 5 (кукурудза, кукурудза, соя, пшениця озима) — 11,9 т/га. У цій ланці найвищою була й окупність води додатково виробленою продукцією, яка становила 3,33 кг на 1 м<sup>3</sup> води.

У сівозміні з 50%-м насиченням сої та кукурудзи вихід кормових одиниць був нижчим на 1,71 т/га, або на 16,7%. Підвищення

в сівозмінах питомої частки сої призвело до зниження продуктивності в розрахунку на 1 га сівозмінної площі і зростання собівартості кормової одиниці.

Аналізуючи показники економічної ефективності досліджуваних сівозмін, можна зробити висновок про безперечну перевагу ланки сівозміни № 3 (кукурудза, кукурудза, соя), де вартість валової продукції за цінами 2014 р. на 1 га сівозмінної площі була найвищою і становила 19593 грн з рівнем рентабельності 140%. Проте через високі витрати поливної води в критичний період у цій сівозміні порівняно із сівозміною № 5 знижується окупність поливної води вартістю додатково виробленої продукції на 33% і становить 2,23 кг на 1 м<sup>3</sup> води.

Проведені дослідження свідчать про те, що насичення сівозміни № 4 соєю (66,6%) дає можливість зменшити дозу мінеральних добрив на 44–59% за рахунок інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами. Водночас підвищення питомої частки сої в сівозміні дає змогу скоротити матеріальні витрати на придбання мінеральних добрив і зменшити антропогенне навантаження на ґрунт і навколишнє середовище.

Показник фактичної величини гідромодуля за науково обґрунтованих режимів зрошення сільськогосподарських культур у досліджуваних короткоротаційних сівозмінах у липні становив 0,447–0,531 л/с/га. Це свідчить про те, що цей місяць є критичним для 2- та 3-пільних сівозмін з 50 та 66%-м насиченням соєю та кукурудзою. Проектні значення гідромодуля функціонування зрошувальних систем та їх діляниць забезпечити його неспроможні.

## Висновки

Для господарств зрошуваної зони на цьому етапі розвитку агропромислового комплексу за наявного стану зрошувальних систем, силового обладнання і дощувальної техніки застосовувати високоінтенсивні просапні системи землеробства неможливо без проведення їх повної реконструкції та модернізації з одночасним підвищенням гідромодуля таких систем до 0,7 л/с/га.

На зрошуваних ділянках за зрошувальних систем із гідромодулем понад 0,35 л/с/га, тобто на Каховській, Інгулецькій, Фрунзенській, Дунай-Дністровській, Солоняно-Томаківській, Північно-Розгачинській та на

2-й черзі Краснознам'янської зрошувальних систем, доцільно застосовувати 4-пільні сівозміни з питомою часткою кукурудзи, сої та пшениці озимої відповідно 50, 25 і 25% або 25, 50 і 25% та 2-пільні сівозміни з 50%-м насиченням соєю і пшеницею озимою.

Підвищення питомої частки кукурудзи і сої в 2–3-пільних сівозмінах до 50,0–66,6% призводить до порушення науково обґрунтованих режимів зрошення та неможливості отримання проектних рівнів урожайності цих культур на всіх зрошувальних системах України, крім 1-ї черги Краснознаменської зрошувальної системи з гідромодулем 0,69 л/с/га.

## Бібліографія

1. Булыгин С.Ю. Формирование экологически сбалансированных ландшафтов/С.Ю. Булыгин, И.А. Неаринг. — 1999. — 272 с.
2. Камінський В.Ф. Роль сівозмін у сучасному землеробстві/В.Ф. Камінський, П.І. Бойко//Вісн. аграр. науки — 2013. — № 6. — С. 5–9.
3. Кисиль В.И. Модель биологического земледелия Института почвоведения и агрохимии УААН/В.И. Кисиль//Грунтозащитна біологічна система землеробства України. — К., 2000. — С. 185–195.
4. Коваленко А.М. Сівозміна — важлива складова ефективного використання зрошуваних земель/А.М. Коваленко//Землеробство. — 2015. — № 1. — С. 88–92.
5. Лебідь Є.М. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України/Є.М. Лебідь; за ред. М.В. Зубця. — К.: Аграр. наука, 2010. — 986 с.
6. Лимар А.О. Короткоротаційні сівозміни на зрошуваних землях/А.О. Лимар, В.А.Лимар. — Херсон: Айлант, 2009. — 248 с.
7. Сайко В.Ф. Сівозміни у землеробстві України/В.Ф. Сайко, П.І. Бойко. — К.: Аграр. наука, 2002. — 146 с.
8. Системи землеробства на зрошуваних землях України/Р.А. Вожегова, А.С. Заришняк, М.І. Ромашенко та ін. — К.: Аграр. наука, 2014. — 360 с.
9. Сівозмінний фактор у боротьбі з бур'янами/П.І. Бойко, Н.П. Коваленко, Г.М. Панасюк та ін.//Матеріали 4-ї наук.-теорет. конф. гербологів «Проблеми бур'янів і шляхи зниження забур'яненості орних земель». — К.: Колобір, 2004. — С. 78–83.
10. Frasier G. Runoff farming — Irrigation technology of the future. Future irrigation strategies/G. Frasier//Visions of the Future. Proceedings of the 5-rd National Irrigation Symposium, 2003. — Phoenix. — P. 124–137.

Надійшла 16.11.2015.