

УДК 633:413:581:105

ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ТА АГРОТЕХНІЧНИХ ЧИННИКІВ НА РІВЕНЬ І СТАЛІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У ЗОНІ ПІВДЕННОГО СТЕПУ

Р.В. САЙДАК

Інститут гідротехніки і меліорації УААН

Викладено оцінку ефективності зрошення та добрив у чотирипільній сівозміні. Наведено результати моделювання впливу агрометеорологічних особливостей року на продуктивність сої на богарі та приріст її врожайності від зрошення.

Постановка завдання. Одним із найважливіших показників оцінки ефективності будь-яких агроєкосистем, систем землеробства і агротехнологій є досягнутий рівень врожайності польових культур та продуктивності сівозмін [1–3]. Зазвичай він відбивається через усереднені показники за певний період часу, здебільшого за ротацію сівозміні. Це пов'язано з тим, що врожайність різних культур в окремі роки досліджень істотно коливається під впливом агрометеорологічних чинників.

© Р.В. Сайдак, 2009

Меліорація і водне господарство. 2009. Вип. 97

У результаті виникає необхідність вивчати ефективність різних складників систем землеробства у площині змінних погодних умов. Саме наявність систематичних досліджень з тривалими спостереженнями у довгострокових агротехнічних дослідах дає змогу певною мірою розв'язувати проблему прогнозування та найбільш обґрунтованого багаторівневого планування господарської діяльності з урахуванням реальних виробничих показників, зокрема фактичної структури посівних площ, поголів'я сільськогосподарських тварин і ресурсів органічних добрив, систем обробітку ґрунту, агрометеорологічного забезпечення, систем зрошення та осушення.

Методика досліджень. Методика досліджень ґрунтується на системному аналізі з використанням статистичних і порівняльно-розрахункових методів. За базову (вхідну) інформацію використано результати польового стаціонарного досліджу «Вплив тривалого застосування добрив і зрошення на продуктивність і якість сільськогосподарських культур та родючість ґрунту», закладеного в 1970 р. на темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті в Інституті зрошуваного землеробства південного регіону (ІЗПР).

Результати досліджень. Природний потенціал Південного Степу може забезпечити досить високу, однак нестабільну продуктивність основних польових культур [4–7]. Так, за даними польового стаціонарного досліджу ІЗПР, середня врожайність озимої пшениці на фоні природної родючості ґрунту без зрошення після люцерни становила 28,8 ц/га і коливалась від 11,1 до 44,9 ц/га.

Відхилення мінімального і максимального рівня врожайності від середнього значення дорівнювало за ці роки відповідно 61 і 56%, з коефіцієнтом варіації за роками 42,6%, (табл. 1). Ці коливання спричинені переважно неоднорідним впливом агрометеорологічних особливостей року, адже решта природних і виробничих чинників формування врожайності в стаціонарному досліді залишаються незмінними.

1. Статистичні показники врожайності озимої пшениці (попередник люцерна)

| Показники врожайності | Варіанти досліду | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| | Без добрив, без зрошення | З добривами, без зрошення | Зрошення, без добрив | Зрошення + добрива |
| Середня | 28,8 | 32,3 | 37,5 | 52,1 |
| Мінімальна | 11,1 | 13,2 | 23,1 | 41,5 |
| Максимальна | 44,9 | 39,1 | 46,5 | 60,2 |
| Коеф. варіації | 42,6 | 34,1 | 23,2 | 14,7 |

Добрива в даній зоні за інших незмінних умов, можуть забезпечити середню врожайність пшениці на рівні 32,3 ц/га, що на 3,5 ц/га, або 12%, перевищує продуктивність на фоні природної родючості ґрунту. Поряд із підвищенням продуктивності озимої пшениці завдяки добривам підвищується і рівень сталості врожайності, варіювання якої знижується до 34,1%.

Зрошення в зоні Південного Степу є найвагомим ресурсом підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Завдяки цьому чиннику середня врожайність озимої пшениці (без добрив) підвищується до 37,5 ц/га з коливанням за роками від 23,1 до 46,5 ц/га. Коефіцієнт варіації врожайності при зрошенні знижується до 23,2%, тобто сталість продуктивності зростає майже вдвічі порівняно з варіантом без зрошення і на 10,9% – порівняно з добривами без зрошення. Це свідчить про те, що зрошення в даній зоні має вагомий вплив як на рівень формування врожайності пшениці, так і на її стабільність за роками порівняно з добривами.

Добрива і зрошення забезпечують найбільш суттєве збільшення продуктивності озимої пшениці. Середня врожайність озимої пшениці завдяки цим двом агротехнічним чинникам зростає до 52,1 ц/га, що на 23,3 ц/га, або 81%, перевищує продуктивність цієї культури в результаті природного потенціалу Південного Степу. При цьому значно знижується щорічний вплив агрометеорологічних умов на врожайність

пшениці, а саме її річні коливання. Рівень варіабельності врожайності знижується до 14,7% проти 42,6% без застосування цих агроприйомів.

Кукурудза. Природний потенціал Південного Степу може забезпечити в середньому 236,5 ц/га кукурудзи, зібраної у фазі МВС. Річні коливання врожайності цієї культури, пов'язані з мінливістю агрометеорологічних умов, становлять від 117 до 401 ц/га, з високим коефіцієнтом варіації – 46,1% (табл. 2).

2. Статистичні показники врожайності кукурудзи у фазі МВС

| Показники врожайності | Варіанти дослідів | | | |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | Без добрив, без зрошення | З добривами, без зрошення | Зрошення, без добрив | Зрошення + добрива |
| Середня | 236,5 | 265,6 | 351,8 | 495,3 |
| Мінімальна | 117,0 | 116,0 | 277,0 | 344,0 |
| Максимальна | 401,0 | 432,0 | 492,0 | 620,0 |
| Коеф. варіації | 46,1 | 45,2 | 21,5 | 19,0 |

Кукурудза має сильно розвинену кореневу систему, внаслідок чого добре використовує поживні речовини з ґрунту, тому добрива сприяють незначному (на 29,1 ц/га, або 12,3%), як і в озимій пшениці, підвищенню її продуктивності порівняно з природною родючістю. Крім того, добрива і не забезпечують стабілізації врожайності даної культури за роками, коефіцієнт варіації якої становить 45,2%.

Зрошення гарантує в даній зоні високий рівень продуктивності кукурудзи, середня врожайність якої становить 351,8 ц/га, що на 115,3 ц/га, або 48,7%, перевищує варіант без зрошення. На фоні зрошення значно підвищується стабільність продуктивності в розрізі років. Коефіцієнт варіації врожайності знижується до 21,5% проти 46,1% на богарі.

Добрива і зрошення, як і на прикладі з озимією пшеницею, сприяють формуванню найвищої продуктивності кукурудзи в зоні Південного Степу. Середня врожайність цієї культури на фоні добрив і зрошення становить 495,3 ц/га, що на 258,8 ц/га, або 109%, перевищує абсолютний контроль та на

86% – ефективність добрив без зрошення. Сумісний вплив цих заходів сприяє і досить високій стабілізації продуктивності кукурудзи за роками. Коефіцієнт варіації врожайності сягає лише 19,0%, яка коливається в межах 344 – 620 ц/га.

Багаторічні трави – люцерна. Природний потенціал зони забезпечує в середньому 111,8 ц/га зеленої маси люцерни за період її трирічного використання з високим коефіцієнтом варіабельності 53,8% (табл. 3).

3. Статистичні показники врожайності зеленої маси люцерни 3-річного використання

| Показники врожайності | Варіанти досліду | | | |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|
| | Без добрив, без зрошення | З добривами, без зрошення | Зрошення, без добрив | Зрошення + добрива |
| Середня | 111,8 | 136,7 | 170,3 | 250,0 |
| Мінімальна | 39,0 | 40,0 | 57,0 | 89,0 |
| Максимальна | 167,0 | 193,0 | 244,0 | 357,4 |
| Коеф. варіації | 53,8 | 53,0 | 37,4 | 22,9 |

Добрива сприяють зростанню врожайності люцерни до 136,7 ц/га, що на 24,9 ц/га, або 22%, перевищує врожайність на фоні потенційної родючості ґрунту. Не зважаючи на відчутне збільшення продуктивності люцерни завдяки внесенню добрив, цей захід не сприяє стабілізації врожайності за роками і рівень її варіабельності залишається високим – 53,0%.

Зрошення, як і на попередніх культурах, забезпечує вищий приріст урожайності люцерни порівняно з добривами. При зрошенні середня врожайність люцерни становила 170,3 ц/га, що на 58,5 ц/га, або 52%, більше, ніж у варіанті без зрошення і на 25%, – ніж у варіанті з удобренням фоном без зрошення. Окрім цього зрошення на 16% підвищує сталість врожайності люцерни в розрізі років.

Добрива і зрошення є основними резервами збільшення врожайності люцерни та її сталості в зоні Південного Степу. Завдяки сумісному впливу цих двох агротехнічних заходів се-

редня врожайність люцерни досягла 250 ц/га, тобто в 2,2 раза перевищила природний потенціал регіону. Впровадження зрошення на удобреному фоні сприяло і підвищенню сталості продуктивності цієї культури. Коефіцієнт варіації врожайності люцерни у даному варіанті знизився до 22,9% проти 53,8% завдяки природному потенціалу.

Продуктивність сівозміни. В основу оцінки продуктивності сівозміни покладено середню врожайність сільськогосподарських культур сівозміни, виражену в кормових одиницях. У середньому сівозміна завдяки природному потенціалу Південного Степу забезпечує 34 ц/га к.од. з високим рівнем коливань за роками – 47,7%. Поліпшення поживного режиму ґрунту шляхом внесення мінеральних добрив збільшує її продуктивність до 38,9 ц/га, що на 4,9 ц/га к.од. або 14,4%, вище порівняно з природним потенціалом. Однак на фоні добрив річні коливання продуктивності сівозміни залишаються на високому рівні і становлять 44,0%, що лише на 3,7% нижче природного потенціалу (табл. 4).

Вищий рівень сталої продуктивності сівозміни може забезпечити зрошення. Так середня продуктивність сівозміни на зрошенні становить 48,6 ц/га к.од., що на 14,6 ц/га, або 43%, більше продуктивності природного потенціалу і на 25% – ефективності добрив. Також, зрошення значно знижує річну варіабельність продуктивності, коефіцієнт варіації якої становить 27,3% проти 47,7% на фоні природного потенціалу.

Найвищу продуктивність у даній зоні забезпечує сумісне впровадження зрошення на фоні науково обґрунтованих систем удобрення. Завдяки цим агротехнічним чинникам середня продуктивність сівозміни зростає вдвічі і становить 68,9 ц/га к.од. Поряд із збільшенням продуктивності відмічається і значне підвищення її сталості за роками, коефіцієнт варіації якої знижується до 19,0% проти 47,7% на фоні природного потенціалу.

4. Продуктивність зерно-кормової сівозміни

| Варіанти | Продуктивність, ц/га к.од. | | | Коеф. варіації, % | |
|------------------------------|----------------------------|-----------------|-------|-------------------|-----------------|
| | середня | ± до варіанта 1 | | середній | ± до варіанта 1 |
| | | ц/га | % | | |
| 1. Без добрив, без зрошення | 34,0 | - | - | 47,7 | - |
| 2. З добривами, без зрошення | 38,9 | 4,9 | 14,4 | 44,0 | - 3,7 |
| 3. Зрошення, без добрив | 48,6 | 14,6 | 42,9 | 27,3 | - 20,4 |
| 4. Зрошення + добрива | 68,9 | 34,9 | 102,6 | 19,0 | - 28,7 |

Агрометеорологічні ресурси та врожайність сої. За даними ІЗПР, середня врожайність сої (в зоні Інгулецької зрошувальної системи) без зрошення за 1968 – 1995 рр. становила 10,7 ц/га і коливалась від 5,0 до 15,8 ц/га з коефіцієнтом варіації 33,3%. Зрошення сої в середньому забезпечує зростання її врожайності до 30,1 ц/га, що на 19,4 ц/га, або 181%, більше порівняно з богарою. Також на зрошенні значно знижується річна варіабельність урожайності, коефіцієнт якої становить 11,4%, тобто сталість продуктивності підвищується майже втричі (табл. 5).

5. Статистичні показники врожайності сої (дані ІЗПР)

| Показники врожайності | Урожайність, ц/га | | Приріст урожаю від зрошення | |
|-----------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|-------|
| | без зрошення | на зрошенні | ц/га | % |
| Середня | 10,7 | 30,1 | 19,4 | 181,0 |
| Мінімальна | 5,0 | 23,1 | 7,5 | 48,0 |
| Максимальна | 15,8 | 38,6 | 30,4 | 446,0 |
| Коеф. варіації | 33,3 | 11,4 | 25,7 | 52,9 |

Кореляційний аналіз урожайності сої з сумою опадів свідчить про її вагомий зв'язок із сумою опадів за квітень – липень, який становить 0,64. Поряд з цим сума опадів за цей період має близьке значення до врожайності сої коефіцієнта варіації, який становить 30,1% для опадів і 33,3% для врожайності сої.

Зв'язок урожайності сої з опадами за квітень – липень описується рівнянням регресії другого порядку (1), графічну залежність наведено на рисунку.

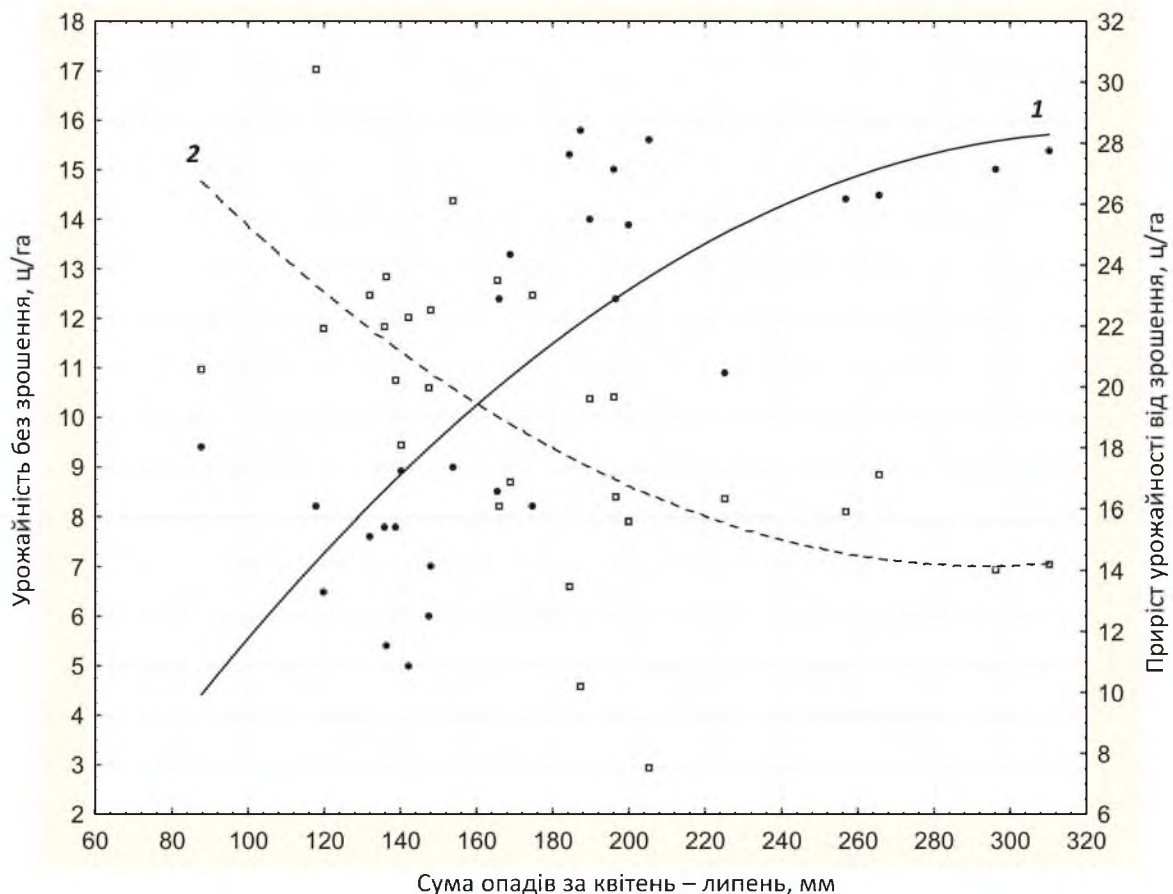
$$Ур_{\text{бзр}} = -5,4523 + 0,12992R_{4-7} - 0,0002 (R_{4-7})^2, \quad (1)$$

де $Ур_{\text{бзр}}$ – врожайність без зрошення, ц/га; R_{4-7} – сума опадів за квітень–липень, мм.

Як відмічено в табл. 5, приріст урожаю від зрошення за роками не є постійною величиною і може змінюватись залежно від особливостей року від 7,5 до 30,4 ц/га з коефіцієнтом варіації 25,7%. Зрозуміло, що рівень приросту врожаю від зрошення залежить від рівня забезпеченості вегетаційного періоду природною вологою (коефіцієнт кореляції з сумою опадів за квітень – липень мінус 0,60). Ця залежність також описується рівнянням параболи (2), (рисунок).

$$\text{Прур}_{\text{зр}} = 39,7447 - 0,1742R_{4-7} + 0,0003 (R_{4-7})^2, \quad (2)$$

де $\text{Прур}_{\text{зр}}$ – приріст урожайності від зрошення, ц/га; R_{4-7} – сума опадів за квітень–липень, мм.



Урожайність сої:

1 – без зрошення (ліва шкала); *2* – прирости від зрошення (права шкала) залежно від суми опадів за квітень – липень

З рисунка видно, що при сумі опадів за весняно-літній період менше 150 мм (відмічається в 39% роко-випадків, табл. 6) урожайність сої без зрошення не перевищує 10 ц/га, а приріст урожаю від зрошення за таких умов може сягати понад 20 ц/га.

6. Вірогідність забезпеченості різних рівнів урожайності сої

| Сума опадів за квітень – липень, мм | Урожайність без зрошення, ц/га | Приріст урожайності від зрошення, ц/га | Вірогідність повторення, % |
|-------------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|
| 150 і менше | 10,0 і менше | 20,0 і більше | 39 |
| 150 – 200 | 10,0 – 12,5 | 16,5 – 20,0 | 36 |
| 200 – 250 | 12,5 – 14,5 | 14,5 – 16,5 | 11 |
| 250 і більше | 14,5 і більше | 14,5 і менше | 14,0 |

За умови, якщо сума опадів за квітень – липень становить 150 – 200 мм (відмічається в 36% роко-випадків), урожайність сої може сягати від 10 до 12,5 ц/га, а приріст від зрошення 16,5 – 20,0 ц/га. Із зростанням кількості опадів до 200 – 250 мм (вірогідність 11%) урожайність сої збільшується до 12,5 – 14,5 ц/га, а приріст від зрошення знижується до 14,5 – 16,5 ц/га.

Висновки. Аналіз результатів досліджень у стаціонарному досліді дав змогу встановити природний агроресурсний потенціал зони Південного Степу та можливості його збільшення завдяки агротехнічним чинникам, зокрема добривам і зрошенню. Природний фон родючості темно-каштанового ґрунту забезпечує у середньому на рівні 35, добрива – 40, зрошення – 50 і добрива у поєднанні із зрошенням – 70 ц к. од./га. У зоні Південного Степу головним чинником, лімітуючим рівень урожайності сільськогосподарських культур, є волога, а не родючість ґрунту. Зрошення в цій зоні є найвагомим чинником підвищення продуктивності сої, а його впровадження у 86% випадків може підвищити продуктивність цієї культури в 1,2 – 3 рази.

1. Кулик М.С. Учет агрометеорологических условий и устойчивость урожайности // Метеорология и гидрология. – 1970. – № 4. – С. 7–9.

2. Дегодюк Е.Г. Роль системы удобрения в стабилизации урожая сельскохозяйственных культур//Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения. – К.: Урожай, 1993. – С. 113–149.

3. Тараріко Ю.О., Чернокозинський А.В., Сайдак Р.В., Глущенко Л.Д., Величко В.А., Єрьоміна Т.А. Вплив агротехнологічних і агрометеорологічних факторів на продуктивність агроєкосистем // Вісн. аграр. науки. – 2008. – № 5. – С. 64–67.

4. Ісакова Г.М., Коновіхін С.В. Кореляційно-варіаційний аналіз продуктивності сільськогосподарських культур залежно від системи удобрення в умовах зрошення півдня України// Зрошуване землеробство: зб. наук. пр. – Херсон, 2008. – Вип. 50. – С. 51–57.

5. Захарова М.А. Влияние орошения и применения удобрений на динамику тяжелых металлов в черноземе типичном Граковского опытного поля // Агрохімія і ґрунтознавство. – Харків: Штріх, 2001. – Вип. 62. – С. 92–100.

6. Писаренко В.А. та ін. Статистичне моделювання продуктивності зрошуваної пшениці озимої залежно від умов вологозабезпеченості // Зрошуване землеробство: зб. наук. пр. – Херсон: Айлант, 2008. – Вип. 49. – С. 41–46.

7. Носко Б.С., Лисовой Н.В. Эффективность минеральных и органических удобрений в УССР в разных погодных условиях // Тр. ВИУА. – М., 1985. – С. 34 – 38.

Показана оцeнка eффеkтивности орошения и удобрений в чeтырeхпольном севообороте. Изложены результаты моделирования влияния агрометеорологических условий года на продуктивность сои на богаре и приросты урожайности от орошения.

The assessment of irrigation and fertilizer application effect on the four-field crop rotation productivity is given. The results of modeling of years agro-meteorological conditions influence on the soy productivity on boghara and yield increase owing to irrigation are stated.