

## ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР В СІВОЗМІНАХ КОРОТКОЇ РОТАЦІЇ

**С. Ф. Артеменко, О. В. Ковтун**

*Державна установа Інститут зернових культур НААН, вул. Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна*

*Наведені результати комплексного дослідження зернової продуктивності та економічної ефективності вирощування зернових і зернобобових культур в сівозмiнах короткої ротації. За результатами проведених досліджень встановлено, що найбільш продуктивними за виходом кормових одиниць і перетравного протеїну та найбільш прибутковими є короткоротаційні сівозміни з 50 % насиченням кукурудзою і соєю. В умовах недостатнього зволоження доцільним є впровадження зрівноваженої системи удобрення, яка передбачає внесення в помірних рекомендованих дозах мінеральних добрив на фоні чизельного глибокого обробітку ґрунту з ефективною системою захисту посівів від бур'янів. В сівозмінах короткої ротації для захисту польових культур від бур'янів поряд з агротехнічними прийомами необхідно застосовувати високотехнологічні ґрунтові гербіциди, які відзначаються високою ефективністю знищення бур'янових рослин як в посівах кукурудзи, так і сої, зокрема харнесу та його аналогів.*

*За сприятливих умов зволоження восени, в північному Степу України доцільно у трипільну та чотирипільну сівозміни після такого попередника, як соя, вводити високопродуктивні сорти ячменю озимого замість ярого, що зумовлює суттєве збільшення продуктивності сівозмiн та економічної ефективності.*

**Ключові слова:** *оранка, чизельний обробіток, система удобрення, сівозміна короткої ротації, кукурудза, соя, виробничі витрати, собівартість, прибуток, рентабельність.*

Вирішити проблему постійно зростаючих потреб людства в продуктах харчування, а тваринництва у високоякісних кормах можливо шляхом розширення виробництва високоенергетичних зернових і зернобобових культур. До найбільш урожайних культур належить кукурудза. За врожайністю, поживністю, а також собівартістю та іншими економічними показниками вона значно переважає інші зернові культури. В її виробництві зацікавлені багато галузей, особливо харчова, переробна, медична, мікробіологічна, пивоварна, та паливно-енергетичний сектор нашої держави. Зерно кукурудзи є незамінним високоенергетичним кормом у раціонах

тварин, особливо птиці та свинопоголів'я.

Поряд з зерном кукурудзи використовують зерно ячменю. Воно містить достатню кількість білка та безазотистих екстрактивних речовин. У підвищенні виробництва зерна ячменю зацікавлена і харчова промисловість, оскільки з нього одержують різні крупи і борошно. У невеликій кількості ячмінне борошно використовують як домішку при випіканні хліба. В умовах суттєвих змін клімату швидко збільшуються посівні площі ячменю озимого у зв'язку з його біологічними особливостями. Він добре використовує запаси вологи, що накопичуються в ґрунті впродовж осінньо-зимового періоду, і за спри-

### Інформація про авторів:

**Артеменко Сергій Федорович**, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник лаб. сівозмiн та природоохоронних систем обробітку ґрунту, e-mail: [erastnauka@gmail.com](mailto:erastnauka@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8586-8938>

**Ковтун Олена Володимирівна**, провідний фахівець лаб. маркетингових досліджень, e-mail: [izg\\_ekonomika@ukr.net](mailto:izg_ekonomika@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-3271-4804>

ятливих умов перезимівлі формує добрий врожай – майже на рівні пшениці озимої і значно перевищує за зерновою продуктивністю ячмінь ярий.

Використання фуражного зерна кукурудзи і ячменю у раціонах сільськогосподарських тварин забезпечує їх потреби в рослинному білку лише на 60–80 % від зоотехнічної норми. Для забезпечення раціону тварин достатньою кількістю високоенергетичних кормів, збалансованих за протеїном, потрібно збільшити посівні площі бобових культур, а також підвищити їх продуктивність при вирощуванні в спеціалізованих короткоротаційних кукурудзо-соєвих сівозмiнах.

Доведено, що соя є однією з основних зернобобових культур, яка визначає рівень виробництва рослинного білка. Підвищена увага до сої зумовлена високими поживними якостями цієї культури. Її зерно збалансоване за протеїном і перетравними амінокислотами. У насінні сої міститься 30–55 % білка, 13–26 % жиру, 20–32 % крохмалю, багато калію, фосфору, кальцію, а також вітамінів, ферментів мінеральних і біологічно активних речовин. Соя не має рівних за кількістю виготовлених із неї продуктів. Із зерна сої одержують соуси, молоко, сир, замітники яєчного порошку, кондитерські вироби, ковбаси, консерви тощо. У світовому виробництві рослинної олії вона посідає перше місце, її використовують на харчові цілі і для виробництва промислової продукції: лаку, фарби, мила, пластмаси, клею, штучного волокна тощо [1–3].

Соя відіграє важливу роль у галузі тваринництва, де необхідно мати добру кормову базу. Недостатня кількість білка та незамінних амінокислот у раціонах сільськогосподарських тварин призводить до суттєвих перевитрат фуражного зерна. Корми повинні бути добре збалансованими по протеїну. Оскільки білок сої насичений важливими амінокислотами, характеризується високим рівнем перетравності та засвоєння і є високофункціональним, додавання сої до фуражного зерна в кількості 10–20 % від раціону поліпшує поживні властивості даного корму в 1,5–2,0 рази [4, 5].

Рослини сої за рахунок біологічної фіксації азоту з повітря не тільки забезпечують

себе цим елементом живлення на 70–80 %, а ще й залишають його у ґрунті – до 30–50 кг/га. Тому соя є відмінним попередником для кукурудзи, пшениці, ячменю і багатьох інших сільськогосподарських культур. Після сої як попередника можливо швидко і якісно підготувати ґрунт до сівби озимих зернових культур, переважно ячменю. При дозріванні рослини сої скидають листя, яке до збирання врожаю зерна повністю перегниває, а стебла добре подрібнюються і рівномірно розподіляються по полю при збиранні культури сучасними комбайнами. Ранньостиглі сорти сої рано звільняють поле і за правильного обробітку ґрунту та достатньої кількості опадів є можливість накопичити необхідні запаси вологи в ґрунті й суттєво зменшити забур'яненість. Для сівби ячменю озимого придатні площі, де сою встигли зібрати до першої - другої декади вересня, а ґрунт – підготувати до третьої декади цього ж місяця.

Важливим резервом підвищення зернової продуктивності вказаних культур є впровадження науково обґрунтованих сівозмін, вдосконалених адаптивних технологій вирощування, що поєднують в собі новітні перспективні досягнення у системі обробітку ґрунту і удобрення та ефективного захисту культурних рослин. Вдале поєднання цих основних елементів уможливило одержати високу урожайність зерна при відповідній економії ресурсів.

**Мета дослідження** – вивчити і обґрунтувати агротехнологічні й економічні аспекти доцільності застосування різних способів основного обробітку ґрунту з використанням перспективних чизельних ґрунтообробних знарядь, встановити ефективні системи удобрення при вирощуванні кукурудзи, сої та ячменю в сівозмiнах короткої ротації для ґрунтово-кліматичних умов північного Степу з недостатнім зволоженням. Дослідження проводилися у 2008–2015 рр. на Єрастівській дослідній станції Державної установи Інститут зернових культур.

**Матеріали і методи дослідження.** Дослід було закладено на фоні двох способів основного обробітку ґрунту: полицева оранка плугом ПЛН-5-35 і чизельний обробіток по типу «Параплау» плугом-розпушувачем із

стійками ПРН-31000 на глибину 25–27 см. Схемою досліду передбачалось вивчення насиченості сівозмін соєю: у двопільній – 50 %, трипільній – 33 %, чотиріпільній – 25 % та 50 % і кукурудзою відповідно у двопільній – 50, трипільній 33, чотиріпільній – 25 і 50 %. В три- і чотиріпільній сівозмінах з метою зменшення гербіцидного навантаження передбачено переривання чергування сої з кукурудзою одним полем ячменю. Висівали насіння ячменю в оптимальні строки у вологий шар ґрунту. За достатнього рівня зволоження ґрунту восени вводили в три- та чотиріпільні сівозміни після сої високопродуктивні сорти ячменю озимого замість ярого. Кукурудзу та сою висівали в кінці третьої декади квітня при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до 10 °С. Глибина загортання насіння сої дорівнювала 5–6 см, а кукурудзи – 6–8 см. У дослідах вирощували сорт ячменю Галактик – норма висіву 4,5 млн схожого насіння, гібрид кукурудзи Білозірський 295 СВ – 45 тис. та сорт сої Аннушка – 500 тис. схожого насіння на 1 га.

У сівозмінах, на фоні двох систем основного обробітку ґрунту, вивчали системи удобрення за схемою: контроль – без внесення добрив; використання добрив під запланований урожай відповідно до нормативного методу витрат поживних речовин на формування одиниці врожаю з урахуванням агрохімічної характеристики ґрунту: для кукурудзи –  $N_{90}P_{60}K_{30}$ , ячменю –  $N_{60}P_{50}K_{30}$ , сої –  $N_{30}P_{60}K_{20}$ ; внесення добрив у рекомендованих дозах: для кукурудзи –  $N_{60}P_{45}K_{30}$ , ячменю –  $N_{40}P_{40}K_{30}$ , сої –  $N_{40}P_{60}$ . Добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту. Перед основним обробітком їх заробляли в ґрунт важкими дисковими боронами. Повторність досліду триразова, площа посівної ділянки 128,8 м<sup>2</sup>, облікової – 64,4.

Бур'яни знищували за рахунок комплексу агротехнічних заходів (сівозміна, система основного обробітку ґрунту, післяпосівні прийоми знищення бур'янів) та хімічних (застосування гербіциду харнес, 2 л/га під сою і кукурудзу, а за необхідності страхових гербіцидів, які рекомендовані для використання в посівах цих культур).

Ґрунт місця проведення дослідження – чорнозем звичайний малогумусний важко-

суглинковий. Вміст гумусу в орному шарі – 3,8–4,0 %, валового азоту – 0,23–0,26, фосфору – 0,11–0,12 і калію – 2,0–2,5 %. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН водної витяжки – 6,5–7,0.

Характеризуючи погодні умови за період проведення дослідження, слід відмітити, що 2008 та 2011 рр. були досить сприятливими за зволоженням, а 2009, 2010, 2013, 2014, 2015 рр. – різною мірою посушливими. Вкрай посушливим виявився 2012 р. Складний локальний характер погодних умов певним чином уможливив більш повно з'ясувати особливості впливу розроблених заходів на формування продуктивності зернових культур у сівозмінах короткої ротації в умовах недостатнього зволоження.

**Результати дослідження.** Проведений аналіз одержаних урожайних даних по ячменю ярого показав, що продуктивність цієї культури збільшувалась при використанні підвищених доз добрив відповідно до діагностики ґрунту порівняно з контролем. Так, по полицевому традиційному обробітку ґрунту зернова продуктивність ячменю ярого в трипільній сівозміні після кукурудзи збільшилась на 66,0 %, а після сої – на 36,0 %, в чотиріпільній сівозміні при насиченні кукурудзою до 50 % – на 59 %, а за аналогічного насичення соєю до 50 % (після сої) – на 26,4 %. При чизельному розпушуванні зернова продуктивність ячменю ярого за використання підвищених доз добрив згідно з діагностикою ґрунту також збільшилась. При цьому показники урожайності були вищі в середньому на 0,06 т/га (табл. 1).

Внесення рекомендованих доз мінеральних добрив по оранці позитивно вплинуло на урожайність (2,15 т/га) ячменю ярого у чотиріпільній сівозміні після сої, де в структурі її було 50 %. Така ж урожайність була в аналогічній сівозміні, але за чизельного обробітку ґрунту після кукурудзи – остання в структурі становила 50 %. Найвища урожайність ячменю ярого становила 2,34 т/га за чизельного розпушування в чотиріпільній сівозміні при насиченні соєю до 50 % по попереднику соя.

Це забезпечило збільшення зернової продуктивності ячменю на 20,6 % порівняно з контролем. Отже, внесення мінеральних

**1. Продуктивність культур в сівознах короткої ротації залежно від способу основного обробітку ґрунту та рівня мінерального живлення, т/га**

Культура	Способи обробітку ґрунту																	
	полицевий									чизельний								
	урожайність, т/га			одержано з 1 га						урожайність, т/га			одержано з 1 га					
				кормових одиниць			перетравного протеїну						кормових одиниць			перетравного протеїну		
1*	2**	3***	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
<b>Двопільна сівозна</b>																		
Соя	2,08	2,45	2,24	4,14	4,89	4,45	0,66	0,78	0,71	2,04	2,50	2,30	4,05	4,99	4,58	0,65	0,80	0,73
Кукурудза	4,50	5,39	4,99	7,80	9,53	8,72	0,42	0,51	0,47	4,35	5,03	4,78	7,54	8,92	8,37	0,40	0,48	0,45
3 1 га сівозмінної площі			5,97	7,21	6,59	0,54	0,64	0,59					5,80	6,96	6,47	0,53	0,64	0,59
<b>Трипільна сівозна</b>																		
Соя	2,21	2,62	2,44	4,33	5,44	4,96	0,69	0,87	0,79	2,08	2,53	2,25	4,08	5,20	4,53	0,65	0,83	0,72
Ячмінь	1,72	2,34	2,10	2,58	3,54	3,17	0,16	0,22	0,20	1,67	2,48	2,07	2,50	3,77	3,12	0,16	0,23	0,19
Кукурудза	4,33	5,17	4,78	7,50	9,15	8,37	0,40	0,49	0,45	4,11	5,10	4,68	7,13	9,02	8,18	0,38	0,48	0,44
3 1 га сівозмінної площі			4,80	6,04	5,50	0,42	0,53	0,48					4,57	6,00	5,28	0,40	0,52	0,45
<b>Трипільна сівозна</b>																		
Соя	2,10	2,58	2,37	4,18	5,15	4,73	0,67	0,82	0,76	1,97	2,47	2,31	3,92	4,94	4,60	0,63	0,79	0,73
Кукурудза	4,70	5,33	5,01	8,13	9,43	8,76	0,44	0,50	0,47	4,45	5,23	4,89	7,71	9,26	8,54	0,41	0,50	0,46
Ячмінь	1,50	2,49	1,96	2,26	3,78	2,96	0,14	0,24	0,18	1,56	2,56	2,12	2,34	3,88	3,20	0,15	0,24	0,20
3 1 га сівозмінної площі			4,86	6,12	5,48	0,42	0,52	0,47					4,66	6,03	5,45	0,39	0,51	0,46
<b>Чотирипільна сівозна</b>																		
Соя	2,23	2,58	2,46	4,44	5,16	4,89	0,71	0,82	0,78	2,15	2,68	2,47	4,28	5,35	4,92	0,69	0,85	0,79
Кукурудза	4,42	5,23	4,96	7,66	9,26	8,67	0,41	0,50	0,46	4,46	5,28	4,94	7,72	9,35	8,63	0,41	0,50	0,46
Кукурудза	3,83	4,87	4,54	6,63	8,60	7,91	0,35	0,46	0,42	3,90	5,01	4,67	6,76	8,83	8,14	0,36	0,47	0,44
Ячмінь	1,54	2,45	2,09	2,32	3,73	3,16	0,14	0,23	0,19	1,50	2,53	2,15	2,25	3,84	3,24	0,14	0,24	0,20
3 1 га сівозмінної площі			5,26	6,69	6,16	0,40	0,50	0,47					5,26	6,84	6,24	0,40	0,52	0,47
<b>Чотирипільна сівозна</b>																		
Соя	2,32	2,64	2,48	4,61	5,26	4,93	0,74	0,84	0,79	2,26	2,65	2,45	4,49	5,29	4,88	0,72	0,84	0,78
Ячмінь	1,93	2,44	2,15	2,89	3,68	3,24	0,18	0,23	0,20	1,94	2,57	2,34	2,90	3,83	3,53	0,18	0,24	0,22
Соя	2,15	2,57	2,34	4,28	5,14	4,65	0,68	0,82	0,74	2,08	2,55	2,29	4,14	5,10	4,57	0,66	0,81	0,73
Кукурудза	4,81	5,42	5,25	8,32	9,59	9,18	0,45	0,52	0,49	4,55	5,38	4,97	7,89	9,52	8,69	0,42	0,51	0,47
3 1 га сівозмінної площі			5,02	5,92	5,50	0,51	0,60	0,56					4,85	5,94	5,42	0,50	0,60	0,55

\*Контроль. \*\*Внесення добрив за діагностикою ґрунту. \*\*\*Внесення рекомендованої дози добрив.

*НІР<sub>0,05</sub> т/га* Соя А – 0,06–0,38 В – 0,05–0,31 АВ – 0,08–0,53. Кукурудза А – 0,08–0,24 В – 0,07–0,20 АВ – 0,11–0,34.

*Ячмінь* А – 0,06–0,11 В – 0,05–0,09 АВ – 0,09–0,16.

добрив відповідно до діагностики ґрунту на фоні чизельного обробітку в чотиріпільній сівозміні після сої зумовило формування зернової продуктивності ячменю на рівні 2,57 т/га, а після кукурудзи – 2,53 т/га. Мінеральні добрива, внесені за діагностикою ґрунту, порівняно з рекомендованими дозами, в чотиріпільній сівозміні з насиченням соєю до 50 % зумовили збільшення врожаю ячменю на 9,8 %, а за насичення кукурудзою до 50 % – на 17,7 %. Розміщення ячменю після сої було більш ефективним, ніж після кукурудзи.

Щодо сої, то кращі умови для формування врожаю відмічались на удобрених ділянках після кукурудзи. Соя добре реагує на внесення підвищених доз мінеральних добрив. Так, у двопільній сівозміні внесення добрив за даними діагностики ґрунту по оранці зумовлювало збільшення продуктивності сої на 17,8 %, а на фоні чизельного обробітку – на 22,5 %.

У трипільній сівозміні збільшення продуктивності сої становило 24,8 та 28,4 % відповідно способам обробітку ґрунту. Найвищі показники продуктивності сої були в чотиріпільній сівозміні з 50 % насиченням соєю. Так, перше поле сої після кукурудзи забезпечило кращий урожай зерна порівняно з другим – після ячменю. При внесенні підвищених доз добрив відповідно до діагностики ґрунту посів сої – перше поле цієї сівозміни забезпечив урожай на рівні 2,64 т/га, а друге – 2,57 т/га. За чизельного обробітку в цій сівозміні перше поле сої після кукурудзи формувало врожай 2,65 т/га, друге – 2,55 т/га, тобто була майже однаковою продуктивність незалежно від способу основного обробітку ґрунту.

Аналіз продуктивності кукурудзи за роки дослідження показав, що в сівозмінах короткої ротації з соєю виникає необхідність з'ясування рівня насичення злаковою культурою сівозміни. Одержані результати дослідження про вплив системи удобрення і рівня насичення цією культурою короткоротаційної сівозміни вказують на те, що її продуктивність суттєво залежить не лише від системи удобрення, а й від насичення соєю як попередника в посівах кожної сівозміни. Виявлена суттєва залежність між збільшен-

ням зернової продуктивності кукурудзи і рівнем насичення соєю короткоротаційних сівозмін.

У двопільній сівозміні при співвідношенні сої до кукурудзи 50:50 урожайність останньої за традиційного основного обробітку при внесенні добрив за діагностикою ґрунту становила 5,39 т/га.

В чотиріпільній сівозміні при насиченні кукурудзою до 50 % зазвичай перше поле кукурудзи після сої формувало кращий врожай зерна порівняно з другим. Впродовж всіх років дослідження простежувалась дана тенденція. При внесенні рекомендованих доз добрив урожай зерна кукурудзи був менший, а рівень урожайності відповідно полів сівозміни збільшився на 12,6 та 18,5 %. У чотиріпільній сівозміні з насиченням соєю до 50 %, кукурудза після неї на ділянках із внесенням добрив за діагностикою ґрунту формувала найвищий врожай зерна – 5,42 т/га, за рекомендованих доз внесення – 5,25 т/га. При цьому рівень урожайності завдяки внесенню добрив за діагностикою ґрунту підвищився на 12,7 %, а рекомендованих доз – на 9,1 %. По чизельному обробітку спостерігалась аналогічна закономірність формування зерна кукурудзи після сої за внесення добрив, але врожай був дещо меншим. Так, при внесенні добрив за діагностикою ґрунту на запланований врожай після сої, яка займала в структурі сівозміни 50 %, зернова продуктивність кукурудзи була 5,38 т/га, за рекомендованих доз внесення поживних елементів – 4,97 т/га. За рахунок застосування вищезгаданих систем удобрення за діагностикою ґрунту урожайність підвищувалась на 18,2 %, а в разі внесення добрив у рекомендованих дозах – на 9,2 %.

При співвідношенні посівів бобової 33,3 % і злакових культур (ячменю та кукурудзи) 66,6 % в трипільній сівозміні за рекомендованого рівня мінерального живлення урожайність кукурудзи по оранці, де попередником був ячмінь, становила 4,78 т/га, при внесенні добрив за діагностикою ґрунту на запланований урожай – 5,17 т/га і без внесення добрив – 4,33 т/га, при цьому урожайність збільшилась відповідно на 10,4 та 19,4 % порівняно з контролем. За чизельного обробітку урожайність кукурудзи була на

0,22, 0,07 та 0,22 т/га відповідно нижчою порівняно з полицевим традиційним обробітком ґрунту.

В окремі роки дослідження восени мали місце сприятливі погодні умови за зволоженням, тому в три- та чотирипільній сівозмінах після сої висівали ячмінь озимий. У короткоротаційній сівозміні за правильної підготовки ґрунту та створення сприятливих умов живлення для ячменю озимого розмі-

шувати його краще після сої. Підготовку ґрунту під ячмінь озимий необхідно проводити зразу ж після збирання сої відповідно до існуючих рекомендацій [5, 6].

Введення восени у три- і чотирипільну сівозміни після сої ячменю озимого замість ярого виявилось цілком доцільним агротехнічним заходом, що підтверджується зерновою продуктивністю цієї важливої культури (табл. 2).

**2. Продуктивність культур в сівозмінах короткої ротації залежно від рівня мінерального живлення та способу основного обробітку при вирощуванні після сої ячменю озимого замість ярого, т/га (середнє за 2011, 2013, 2014 рр.)**

Культура	Урожайність зерна, т/га			Збір, т/га					
				кормових одиниць			перетравного протеїну		
	1*	2**	3***	1	2	3	1	2	3
Полицевий обробіток									
Трипільна сівозміна									
Соя	2,23	2,76	2,54	4,44	5,56	5,07	0,71	0,88	0,81
Ячмінь озимий	3,59	4,35	4,08	5,60	6,80	6,37	0,34	0,41	0,39
Кукурудза	4,95	5,61	5,34	8,66	10,15	9,49	0,46	0,54	0,51
3 1 га сівозмінної площі				6,23	7,50	6,98	0,50	0,61	0,57
Чотирипільна сівозміна									
Соя	2,28	2,69	2,49	4,54	5,39	4,97	0,73	0,86	0,80
Ячмінь озимий	3,70	4,59	4,24	5,77	7,20	6,62	0,35	0,44	0,40
Соя	2,26	2,67	2,46	4,49	5,36	4,91	0,72	0,85	0,79
Кукурудза	5,23	5,82	5,74	9,15	10,54	10,20	0,49	0,57	0,55
3 1 га сівозмінної площі				5,99	7,12	6,68	0,57	0,68	0,63
Чизельний обробіток									
Трипільна сівозміна									
Соя	2,06	2,58	2,19	4,12	5,17	4,39	0,66	0,82	0,70
Ячмінь озимий	3,66	4,41	4,18	5,71	6,92	6,53	0,35	0,42	0,40
Кукурудза	4,79	5,46	5,14	8,36	9,88	9,13	0,45	0,53	0,49
3 1 га сівозмінної площі				6,06	7,32	6,68	0,49	0,59	0,53
Чотирипільна сівозміна									
Соя	2,32	2,82	2,57	4,62	5,65	5,12	0,74	0,90	0,82
Ячмінь озимий	3,77	4,74	4,44	5,89	7,45	6,95	0,36	0,45	0,43
Соя	2,15	2,77	2,45	4,29	5,55	4,89	0,69	0,88	0,78
Кукурудза	5,03	5,67	5,22	8,79	10,28	9,28	0,47	0,55	0,49
3 1 га сівозмінної площі				5,90	7,23	6,56	0,57	0,69	0,63

\* Контроль. \*\* Внесення добрив за діагностикою ґрунту. \*\*\* Рекомендовані дози внесення добрив.

*НІР*<sub>0,05</sub> т/га: ячмінь озимий А – 0,02–0,04 В – 0,03–0,05 АВ – 0,04–0,07

соя А – 0,06–0,38 В – 0,05–0,31 АВ – 0,08–0,53

кукурудза А – 0,08–0,24 В – 0,07–0,20 АВ – 0,11–0,34

У трипільній сівозміні після сої, під яку була проведена оранка, на ділянках без внесення добрив одержали урожай ячменю озимого 3,59 т/га та, в чотирипільній сівозміні з насиченням соєю до 50 % – 3,70 т/га, а за чизельного розпушування під попередник – на

0,7 т/га вищий. Використання рекомендованих доз добрив по оранці під сою у три- і чотирипільній сівозмінах забезпечило підвищення рівня урожайності ячменю озимого на 13,6 та 14,6 %, а за чизельного обробітку – на 14,2 та 20,0 % відповідно. Внесення підви-

щених доз мінеральних добрив за діагностикою ґрунту на запланований урожай після сої, де під неї проводили відвальний основний обробіток, у три- та чотиріпільній сівозмінах рівень зернової продуктивності збільшився на 21,2 та 24,0 %. За чизельного розпушування відповідно до вищезгаданих сівозмін та системи удобрення простежувалось підвищення урожайності порівняно з контролем на 20,5 та 25,7 %.

Проведений аналіз середніх показників виходу поживних речовин з гектара сівозмінної площі показав, що вони визначались рівнем зернової продуктивності культур та насиченням ними сівозміни і суттєво залежали від системи удобрення, способу основного обробітку ґрунту (табл. 1). Так, в двопільній сівозміні по оранці вихід кормових одиниць на ділянках без застосування добрив становив 5,97 т/га, за внесення рекомендованих доз добрив – 6,59, за підвищених відповідно до діагностики ґрунту на запланований врожай показник був найвищим і дорівнював 7,21 т/га. За рахунок системи удобрення вихід кормових одиниць при внесенні рекомендованих доз мінеральних добрив збільшився на 10,4 %, а відповідно до діагностики ґрунту на запланований врожай – на 20,8 %.

Вихід перетравного протеїну в двопільній сівозміні соя – кукурудза був найвищим і відповідно до вищевказаних системам удобрення становив 0,54, 0,59 та 0,64 т/га, або на 9,2 та 18,5 % більше. Мінеральні добрива, внесені згідно з діагностикою ґрунту на запланований урожай, сприяли збільшенню виходу кормових одиниць на 27,2 %, в той час як внесення рекомендованих доз поживних елементів – на 17,1 %.

Хоча урожайність ячменю озимого за чизельного обробітку перевищувала аналогічні показники, одержані на фоні полицевого обробітку, насичення культур сівозміни мало вирішальний вплив. Найбільший збір кормових одиниць був по оранці в трипільній сівозміні при внесенні підвищених доз добрив відповідно до ґрунтової діагностики на запланований урожай – 7,50 т/га. Застосування рекомендованих доз туків зумовило дещо менший вихід кормових одиниць – 6,98 т/га. При цьому збільшилась продуктив-

ність сівозміни відповідно до вищезгаданих систем удобрення на 20,4 та 12,0 %. Найменшу кількість кормових одиниць з 1 га сівозмінної площі (5,90 т/га) було зібрано в чотиріпільній сівозміні з насиченням соєю до 50 % на ділянках без внесення добрив за чизельного розпушування.

При введенні до сівозміни ячменю озимого замість ярого збір перетравного протеїну був найбільшим в чотиріпільній сівозміні з насиченням соєю до 50 % за чизельного обробітку та внесення добрив згідно з діагностикою ґрунту на запланований урожай – 0,69 т/га, за використання рекомендованих доз добрив – 0,63 т/га, або на 21,0 і 10,5 % відповідно більше. Аналогічні показники отримано і по оранці за такої ж сівозміни та системи живлення.

Вирощування за сприятливих умов зволоження у три- та чотиріпільній сівозмінах після сої ячменю озимого замість ярого забезпечило значно більший вихід кормових одиниць і перетравного протеїну завдяки підвищенню врожайності цих культур (табл. 2).

Економічна оцінка одержаних результатів дослідів була проведена відповідно до наявних методичних рекомендацій, розроблених в ДУ Інститут зернових культур та ННЦ «Інститут аграрної економіки». Основними критеріями економічної ефективності є показники собівартості на одиницю виробленої продукції, прибуток, рентабельність. Виробничі витрати та собівартість одиниці продукції обчислювали на основі технологічних карт вирощування сої, кукурудзи та ячменю в сівозмінах короткої ротації. Вартість виробленої зернової продукції визначали за ринковою ціною на початок липня 2018 р. Чистий прибуток розрахований як різниця між вартістю врожаю і виробничими витратами [7–9].

У кожній сівозміні досить високі виробничі витрати на 1 га посівів простежуються у варіантах з внесенням підвищених доз добрив, особливо за діагностикою ґрунту відповідно до нормативного методу витрат поживних речовин на формування одиниці врожаю.

Збільшення витрат в основному зумовлено високими цінами на мінеральні добрива та їх внесення при незначному підвищенні

урожайності. Також відмічалась тенденція до формування більших витрат за полицевого обробітку ґрунту порівняно з чизельним розпушуванням. Чизельний обробіток не поступався за агрофізичними та економічними показниками традиційній оранці. При внесенні мінеральних добрив під оранку і чизельний обробіток у двопільній сівозміні за використання рекомендованих доз добрив простежувалось збільшення виробничих витрат в 1,35–1,36 разів, а при внесенні їх за діагностикою ґрунту на запланований урожай згідно з нормативним методом – в 1,44–1,45 разів; у трипільній сівозміні (соя – ячмінь – кукурудза) відмічалось аналогічне підвищення цих показників – в 1,40–1,41 і 1,44–1,45 разів відповідно; у сівозміні соя – кукурудза – ячмінь виробничі витрати зросли в 1,36–1,39 та 1,44–1,47 разів відповідно.

Економічна оцінка ефективності вирощування зернових культур в короткочасних сівозмінах на основі одержаних експериментальних даних наведена у таблиці 3.

У чотиріпільній сівозміні при насиченні кукурудзою до 50 % простежувалось аналогічне збільшення витрат за внесення рекомендованих доз добрив – в 1,38–1,39 разів та відповідно до нормативного методу витрат поживних речовин на формування одиниці врожаю за діагностикою ґрунту – в 1,48–1,50 разів. При насиченні соєю до 50 % у чотиріпільній сівозміні за рекомендованих доз добрив відмічалось підвищення виробничих витрат в 1,35–1,36 разів, а при внесенні їх на запланований урожай згідно з нормативним методом за діагностики ґрунту – в 1,41–1,43 разів.

Отже, в усіх короткочасних сівозмінах більш конкурентоспроможною була рекомендована система удобрення. Тут відмічалось підвищення урожайності зерна при менших витратах добрив, при цьому темпи зростання витрат були нижчими, ніж у варіантах, де їх застосовували за діагностикою ґрунту. Чизельний обробіток в усіх варіантах був економічно більш вигідним порівняно з оранкою, що зумовлено нижчими витратами на паливо в разі основного обробітку ґрунту.

При оцінці ефективності використання мінеральних добрив за вирощування куку-

рудзи та сої в сівозмінах короткої ротації визначали основні економічні показники – собівартість, одержаний умовний прибуток на 1 т вирощеної продукції та рентабельність. Аналіз перелічених економічних показників при вирощуванні в короткочасних сівозмінах сої та кукурудзи показав, що у двопільній сівозміні за внесення рекомендованих доз добрив на фоні різного основного обробітку ґрунту собівартість була дещо вищою порівняно з ділянками без внесення добрив і для оранки становила 2331 грн, а чизельного розпушування – 2284 грн на 1 т вирощеної продукції.

Найбільша собівартість одержаної продукції була у трипільних сівозмінах при введенні поля ячменю яркого, що суттєво зменшило збір зерна з 1 га сівозмінної площі. При насиченні чотиріпільних сівозмін кукурудзою та соєю до 50 %, за внесення рекомендованих доз добрив одержано дещо кращі показники собівартості зернової продукції. Так, в чотиріпільній сівозміні, в структурі якої кукурудза становила до 50 %, собівартість по полицевому обробітку досягала 2447 грн, чизельному – 2405 грн/т, а в чотиріпільній сівозміні при насиченні соєю до 50 % по оранці – 2549 грн, чизельному розпушуванні – 2508 грн/т. Внесення мінеральних добрив відповідно до нормативного методу витрат поживних речовин на формування одиниці врожаю з урахуванням агрохімічної характеристики ґрунту у трипільних та чотиріпільних сівозмінах з насиченням соєю до 50 % зумовило незначне зниження собівартості і, як наслідок, підвищення прибутковості.

При введенні до кукурудзо-соевої сівозміни одного поля ячменю з метою зменшення гербіцидного навантаження, у трипільній та чотиріпільній сівозмінах відмічалось суттєве зниження зернової продуктивності й прибутковості. За восьмирічними даними найбільший умовно чистий прибуток на 1 т зернових одиниць (2437,4 грн) був одержаний у двопільній і чотиріпільній сівозмінах (2363,0 грн) при насиченні їх кукурудзою до 50 % за чизельного обробітку ґрунту на контрольних ділянках без внесення добрив. Дещо меншою прибутковість зернових одиниць (2398,0 грн/т) була на фоні



полицевої оранки в контрольному варіанті двопільної сівозміни і в чотирипільній сівозміні (2330,5 грн/т).

Найнижчі виробничі витрати та собівартість, а відповідно більша прибутковість та вища рентабельність одержані в короткоротаційних сівозмінах на ділянках без внесення добрив, але за такого екстенсивного виробництва мають місце значні втрати родючості ґрунту, що в подальшому негативно позначиться на продуктивності польових

культур. Найнижчі показники умовно чистого прибутку одержано в трипільних сівозмінах. Двопільна сівозміна виявилась найбільш прибутковою за різних видів основного обробітку ґрунту і доз мінеральних добрив. Чотирипільні сівозміни дають більший прибуток, аніж трипільні, особливо за умови насичення їх кукурудзою до 50 %.

Найвищі показники рентабельності (156,0 та 149,7 %) виробництва зернової продукції, при найнижчих показниках собівар-

### 3. Економічна ефективність різних короткоротаційних сівозмін (2008–2015 рр.)

Система удобрення	Способи обробітку ґрунту	Одержано з 1 га сівозмінної площі зернових одиниць, т	Виробничі витрати – всього, грн/га	Собівартість 1 т зернових одиниць, грн	Одержано умовного прибутку з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
<b>Двопільна сівозміна: соя – кукурудза</b>						
контроль (без добрив)	полицевий	3,92	7301	1862	9690	132,7
	чизельний	3,90	7075	1814	9825	138,9
за діагностикою ґрунту	полицевий	4,49	10509	2341	8939	85,1
	чизельний	4,47	10281	2300	9089	88,4
рекомендована	полицевий	4,22	9835	2331	8452	85,9
	чизельний	4,24	9625	2270	8749	90,9
<b>Трипільна сівозміна: соя – ячмінь – кукурудза</b>						
контроль (без добрив)	полицевий	3,20	6615	2067	7251	109,6
	чизельний	3,13	6383	2039	7180	112,5
за діагностикою ґрунту	полицевий	3,74	9491	2540	6698	70,6
	чизельний	3,73	9294	2492	6870	73,9
рекомендована	полицевий	3,52	9245	2627	6005	65,0
	чизельний	3,42	9001	2632	5819	64,6
<b>Трипільна сівозміна: соя – кукурудза – ячмінь</b>						
контроль (без добрив)	полицевий	3,16	6750	2135	6949	103,0
	чизельний	3,07	6486	2113	6818	105,1
за діагностикою ґрунту	полицевий	3,73	9650	2584	6530	67,7
	чизельний	3,69	9532	2583	6458	67,8
рекомендована	полицевий	3,47	9131	2633	5897	64,6
	чизельний	3,46	9035	2611	5959	66,0
<b>Чотирипільна сівозміна: соя – кукурудза – кукурудза – ячмінь</b>						
контроль (без добрив)	полицевий	3,40	6638	1952	8095	122,0
	чизельний	3,41	6518	1911	8263	126,8
за діагностикою ґрунту	полицевий	3,92	9837	2509	7150	72,7
	чизельний	4,02	9759	2430	7642	78,3
рекомендована	полицевий	3,75	9205	2455	7045	76,5
	чизельний	3,79	9101	2401	7325	80,5
<b>Чотирипільна сівозміна: соя – ячмінь – соя – кукурудза</b>						
контроль (без добрив)	полицевий	3,42	7026	2054	7799	111,0
	чизельний	3,40	6811	2003	7922	116,3
за діагностикою ґрунту	полицевий	3,92	9897	2525	7087	71,6
	чизельний	3,99	9733	2439	7557	77,6
рекомендована	полицевий	3,72	9498	2555	6611	69,6
	чизельний	3,72	9298	2500	6822	73,4

\* При умові середньої реалізаційної ціни 1 т зерн. од. 5200 грн станом на початок липня 2018 р.

тості, одержано на контрольних ділянках без внесення добрив за чизельного обробітку та оранки в двопільній сівозміні. Дещо нижчий рівень рентабельності виробництва зернової продукції (144,3 і 139,6 %) відмічався в чотиріпільній сівозміні при насиченні її кукурудзою до 50 % на ділянках без внесення добрив за чизельного і полицевого обробітку ґрунту. Найменші показники рентабельності (73,1 і 73,7 %) одержано в трипільній сівозміні за чергування культур: соя – ячмінь – кукурудза при чизельному обробітку та по оранці на фоні внесення мінеральних добрив у рекомендованих дозах. Тільки за внесення підвищених доз добрив рівень рентабельності зростає. Аналогічна тенденція до підвищення економічних показників відмічалась у чотиріпільній сівозміні за насиченні її соєю до 50 %.

Найкращі економічні показники виробництва зерна одержано за рахунок 50 % насичення кукурудзою короткоротаційних двопільної (соя – кукурудза) та чотиріпільної (соя – кукурудза – кукурудза – ячмінь) сівозмін при вирощуванні культур без внесення мінеральних добрив. У варіантах з внесенням добрив відповідно до нормативного методу витрат поживних речовин на формування одиниці врожаю з урахуванням агрохімічної характеристики ґрунту за його діагностикою

та в рекомендованих дозах показники рентабельності знижувались до 72,7–88,4 % та 76,5–90,9 % відповідно, що передусім пояснюється високою вартістю мінеральних добрив, яка становила 21–37 % у структурі витрат, та недостатньою їх окупністю. Проте ці показники перевищували аналогічні, що були досягнуті в трипільних і чотиріпільних сівозмінах з високим насиченням соєю, де рентабельність підвищилась до 69,6–77,6 %.

Введення у три- та чотиріпільну сівозміни після сої ячменю озимого замість ярого забезпечило формування значно вищого врожаю і одержання кращих економічних показників. При цьому дещо збільшились виробничі витрати, особливо при внесенні мінеральних добрив. Завдяки впровадженню в сівозміні після сої ячменю озимого суттєво знизилась собівартість вирощеної продукції. Так, в трипільній сівозміні в контролі без внесення добрив собівартість вирощеної продукції по оранці зменшилась в середньому на 423 грн. У чотиріпільній сівозміні з насиченням соєю до 50 % середні показники собівартості знизилась до 291 грн (табл. 4).

За рахунок введення після сої ячменю озимого замість ярого значно покращились показники одержаного умовного прибутку (табл. 4). Так, в трипільній сівозміні на ділянках без внесення добрив умовний прибуток

#### 4. Економічна ефективність введення ячменю озимого замість ярого в короткоротаційних сівозмінах (середнє за 2011, 2013, 2014 рр.)

Система удобрення	Способи обробітку ґрунту	Одержано з 1 га сівозмінної площі зернових одиниць, т	Виробничі витрати – всього, грн/га	Собівартість 1 т зернових одиниць, грн	Одержано умовного прибутку з 1 га, грн	Рівень рентабельності, %
Трипільна сівозміна соя – ячмінь озимий – кукурудза						
контроль (без добрив)	полицевий	4,07	6999	1722	10616	151,7
	чизельний	3,93	6736	1714	10294	152,8
за діагностикою ґрунту	полицевий	4,83	10137	2098	10797	106,5
	чизельний	4,69	9872	2105	10452	105,9
рекомендована	полицевий	4,53	9444	2086	10177	107,8
	чизельний	4,28	9127	2132	9420	103,2
Чотиріпільна сівозміна соя – ячмінь озимий – соя – кукурудза						
контроль (без добрив)	полицевий	4,18	7369	1762	10757	146,0
	чизельний	3,80	7135	1878	9331	130,8
за діагностикою ґрунту	полицевий	4,90	10372	2117	10860	104,7
	чизельний	4,65	10222	2198	9928	97,1
рекомендована	полицевий	4,62	9811	2125	10194	103,9
	чизельний	4,26	9585	2250	8875	92,6

по оранці збільшився на 3365 грн/га, чизельному обробітку – 3113 грн/га, при використанні рекомендованих доз мінеральних добрив відповідно – на 4172 та 3601 грн з 1 га і за підвищених доз добрив на запланований урожай відповідно – на 4099 та 3582 грн. У чотирипільній сівозміні ці показники були меншими в 1,1–2,2 рази.

Рентабельність одержаної продукції за вирощування після сої (оранка під сою) ячменю озимого замість ярого у трипільній сівозміні на ділянках без внесення добрив збільшилась на 42,1 %, за чизельного обробітку – на 40,3 %, при внесенні рекомендованих доз мінеральних добрив відповідно за полицевого обробітку – на 42,8 %, чизельного розпушування – на 38,6 %, а за використання підвищених доз поживних елементів на запланований урожай залежно від обробітку ґрунту – на 35,9 та 32,0 %. Аналогічна закономірність мала місце і в чотирипільній сівозміні з насиченням соєю до 50 %, але при цьому показники рентабельності виробництва були дещо менші.

За узагальненими восьмирічними даними, одержаними у дослідях з сівозмінами, встановлено, що збільшення норми внесення добрив згідно з нормативним методом витрати поживних речовин на формування одиниці врожаю з урахуванням агрохімічної характеристики ґрунту за його діагностикою під запланований урожай зумовлювало підвищення продуктивності сої та кукурудзи в сівозмінах короткої ротації. Проте з економічної точки зору не було досить ефективним через високі витрати коштів на внесені мінеральні добрива.

### **Висновки**

На основі результатів дослідження можна відзначити наступне:

- серед сівозмін короткої ротації найбільш продуктивними і прибутковими в північному Степу є сівозміни з 50 % насиченням кукурудзою та соєю, посіви яких в умовах регіону формують високі врожаї;
- в умовах недостатнього зволоження північного Степу доцільним є впровадження рекомендованої системи удобрення, тобто внесення мінеральних добрив в помірних дозах, що зумовлює збільшення продуктивності сої та кукурудзи в сівозмінах ко-

роткої ротації і забезпечує достатньо високі показники економічної ефективності;

- в сівозмінах короткої ротації при знищенні бур'янів поряд з агротехнічними прийомом необхідно застосовувати високотехнологічні гербіциди, які придатні для внесення під обидві культури (кукурудзу та сою) такі як харнес та його аналоги;
- використання гербіцидів не виключає необхідності застосування всього комплексу агротехнічних заходів знищення бур'янів у посівах сої і кукурудзи;
- більш досконалою системою основного обробітку ґрунту в сівозмінах короткої ротації із застосуванням нових ґрунтообробних знарядь є чизельне розпушування, завдяки якому показники агрофізичного стану і водного режиму ґрунту наближаються до рівня традиційного відвального обробітку;
- за сприятливих погодних умов зволоження восени доцільно вводити в три- та чотирипільні сівозміни після сої високопродуктивні сорти ячменю озимого замість ярого, що зумовлює збільшення продуктивності сівозмін за виходом кормових одиниць та перетравного протеїну і значно покращує економічні показники виробництва;
- економічні розрахунки свідчать, що на доброму агрофоні у сівозмінах з 50 % насиченням їх кукурудзою при заміні полицевої оранки чизельним глибоким розпушуванням заощаджується 4,2–5,3 л пального у розрахунку на 1 га.

Одержані експериментальні дані при вивченні ефективності способів основного обробітку ґрунту і запровадження різних систем удобрення у сівозмінах короткої ротації кукурудзи з соєю доводять, що в умовах недостатнього зволоження північного Степу перспективним є впровадження рекомендованої та зрівноваженої системи удобрення, якими передбачено внесення мінеральних добрив у помірних дозах на фоні чизельного глибокого обробітку ґрунту з ефективним захистом посівів від бур'янів і відведенням у короткоротаційній сівозміні не менш як 50 % сівозмінної площі під кукурудзу, оскільки це підвищує зернову продуктивність та економічну ефективність сівозміни в цілому.

## Використана література

1. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого сесіяння в Україні. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2011. Вип. 69 С. 3–10.
2. Репілевський Е. В. Економічна ефективність виробництва сої в ринкових умовах господарювання. *Збірник наук. пр. Полтавської держ. аграр. акад.* 2011. Т. 2. Вип. 2. С. 215–220. (Серія «Економічні науки»).
3. Петриченко В. Ф., Панасюк О. Я. Соя в короткоротаційних сівозмінах. *Пропозиція.* 2000. № 5. 37 с.
4. Дерев'янський В. П. Соя: моногр. Київ, 1994. 215 с.
5. Бабич А. О., Панасюк О. Я., Петриченко В. Ф. Розробка короткоротаційних сівозмін та перспективи їх впровадження у приватних господарствах Лісостепу. *Вісн. аграр. науки.* 2001. № 8. С. 12–15.
6. Економіка виробництва зерна в зоні Степу України (з основами організації і технології виробництва): моногр. / А. В. Черенков та ін.; за ред. А. В. Черенкова і В. С. Рибки; Ін-т сіл. госп-ва степ. зони НААН України. Дніпропетровськ: Нова ідеологія, 2015. 300 с.
7. Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві (теорія, методологія, практика). У 2 т. (Т. 2) / За ред. П. Т. Саблука, Ю. Ф. Мельника, М. В. Зубця, В. Я. Месель-Веселяка. Дніпропетровськ: ННЦ ІАЕ, 2008.
8. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / За ред. О. М. Шпичака. Київ: ІАЕ, 2003. 484 с.
9. Нормативно-методичний довідник по обґрунтуванню виробничих затрат в зерновому господарстві Степу України / А. В. Черенков та ін.; за ред. А. В. Черенкова, В. С. Рибки. Дніпро: Нова ідеологія, 2017. 243 с.
10. [in Ukrainian]
2. Repilevskiy, E. V. (2011). Economic efficiency of production of soybeans in market conditions of management. *Zbirnyk naukovykh prats Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* [Collection of works of the Poltava State Agrarian Academy], 2, 215–220. [in Ukrainian]
3. Petrychenko, V. F., Panasiuk, O. Ya. (2000). Soybean in short rotationcrop rotation. *Propozytsiia*. [Proposal], 5, 37. [in Ukrainian]
4. Derevianskyi, V. P. (1994). *Soia* [Soybean]. Kyiv: N. p. [in Ukrainian].
5. Babych, A. O., Panasiuk, O. Ya., Petrychenko, V. F. (2001). Development of short rotation crop rotations and the prospects for their implementation in private Forest-Steppe farms. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 8, 12–15. [in Ukrainian].
6. Cherenkov, A. V., Rybka, V. S., Shevchenko, M. S. (2015). *Ekonomika vyrobnytstva zerna v zoni Stepu Ukrainy (z osnovamy orhanizatsii i tekhnologii vyrobnytstva)* [The economy of grain production in the Steppe of Ukraine (with the bases of organization and technology of production)]. A. V. Cherenkov i V. S. Rybka (Eds). Dnipropetrovsk: Nova ideolohiia. [in Ukrainian].
7. *Tsinoutvorennia ta normatyvni vytraty v silskomu hospodarstvi (teoriia, metodolohiia, praktyka)*. Pricing and regulatory costs in agriculture (theory, methodology, practice) P. T. Sabluk, Yu. F. Melnyk, M. V. Zubets, V. Ya. Mesel-Veseliak. (Eds). (T. 2). (2008). Dnipropetrovsk: NNTs IAE. [in Ukrainian].
8. *Formuvannia normatyvnykh vytrat i dokhodiv ta balansy silskohospodarskoi produktsii v Ukraini ta inshykh krainakh svitu*. [Formation of normative costs and income and balances of agricultural products in Ukraine and other countries of the world. (2003). O. M. Shpychak (Ed.). Kyiv: IAE. [in Ukrainian]
9. Cherenkov, A. V., Rybka, V. S., Kompaniiets, V. O. et al. (2017). *Normatyvno-metodychnyi dovidnyk po obgruntuvanniu vyrobnychkykh zatrat v zernovomu hospodarstvi Stepu Ukrainy* [Normative-methodical guide for substantiating production costs in the grain industry of the Steppe of Ukraine. A. V. Cherenkov, V. S. Rybka (Eds). Dnipro: Nova ideolohiia. [in Ukrainian]

## Referens

1. Petrychenko, V. F. (2011). Scientific foundations of sustainable soybean farming in Ukraine. *Kormy i kormovyrobnytstvo* [Feeds and Feed Production], 69, 3–

УДК 631.1:631.582:633.15:633.34

**Артеменко С. Ф., Ковтун Е. В. Продуктивность и эффективность выращивания зерновых и зернобобовых культур в севооборотах короткой ротации.**

*Зерновые культуры.* 2018. Т 2. № 1. С. 180–193.

Государственное учреждение Институт зерновых культур НААН, ул. Владимира Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

Приведены результаты комплексного исследования зерновой продуктивности и экономической эффективности выращивания зерновых и зернобобовых культур в севооборотах короткой ротации. По результатам проведенных исследований установлено, что наиболее продуктивными по выходу кормовых единиц переваримого протеина и наиболее прибыльными являются короткоротационные севообороты с 50 % насыщением кукурузой и соей. В условиях недостаточного увлажнения целесообразно внедрение уравновешенной системы удобрения, которая предусматривает внесение умеренных рекомендованных доз минеральных удобрений на фоне чизельной глубо-

кой обработки почвы с эффективной системой защиты посевов от сорняков. В севооборотах короткой ротации для защиты полевых культур от сорняков наряду с агротехническими приемами необходимо применять высокотехнологические почвенные гербициды, которые отличаются высокой эффективностью уничтожения сорных растений как в посевах кукурузы, так и сои, в частности харнеса и его аналогов.

**Ключевые слова:** вспашка, чизельная обработка, система удобрения, севооборот короткой ротации, кукуруза, соя, производственные затраты, себестоимость, прибыль, рентабельность.

UDC 631.1:631.582:633.15:633.34

**Artemenko S. F., Kovtun O. V. Productivity and efficiency of production grain and leguminous plants in short-rotation crop rotations. Grain Crops, 2018, 2 (1), 180–193.**

*SE Institute of Grain Crops of National Academy of Agrarian Sciences, 14, Volodymyra Vernadskyi Str., Dnipro, 49027, Ukraine*

The main task of agriculture is to ensure human needs in food products and animal feed in high quality. The important and real and the most effective way to solve this problem is to expand production of high-energy cereals and grain legumes crops by increasing of the cultivated areas and improvement of the basic elements of technology of cultivation of these crops. In the area of domestic agricultural production solve the problem of ensuring of reliable balance of food and feed grains is inextricably linked to the stabilization of the production of barley. This culture playing a positive role not only in increasing the productivity of livestock industry and improving its economic situation but also interested in the production of winter barley. One of the main grain reserves to increase the productivity of these crops is the introduction of scientifically based crop rotation, cultivation adaptive technology that combines innovative achievements in perspective tillage system, fertilization and protection. The successful combination of these basic elements allows to receive high yields of grain with appropriate resource savings.

In the Erastivska research station of the Institute of Agriculture of the Steppe zone of NAAS of Ukraine in 2008–2015 researches have been conducted to ground not only agricultural but also economic aspects of expediency of application of different ways of basic tillage, systems of fertilising in short-rotation crop rotation using the soybean, corn and barley in the concrete soil and climatic conditions of Northern Steppe. In terms of significant climate change area under crops of winter barley are growing rapidly. Crops of winter barley is almost at the level of winter wheat and greater that grain productivity of spring barley.

The experiment was laid on the background of two ways basic tillage: mould board ploughing and chiseling. We have studied the saturation of crop rotations by soybean: in two-field crop rotation it was 50 %, in three-field crop rotation it was 33 %, in four-field crop rotation it was 25 and 50 %, and by corn in two-field crop rotation it was 50 %, in three-field crop rotation it was 33 %, in four-field crop rotation it was 25 and 50 % respectively. In the three- and four-field crop rotations in order to decrease herbicide load an interrupt rotation of corn and soybeans by one field of barley is envisaged. The systems of fertilization in crop rotation were studied by the scheme: control – no fertilizer, fertilizer use under planned yield according to the results of soil diagnostic for corn –  $N_{90}P_{60}K_{30}$ , for barley –  $N_{60}P_{50}K_{30}$ , for soybeans –  $N_{30}P_{60}K_{20}$  and use of fertilizers in recommended doses: for corn –  $N_{60}P_{45}K_{30}$ , for barley –  $N_{40}P_{40}K_{30}$ , for soybeans –  $N_{40}P_{60}$ . Fertilizers introduce in autumn under the basic tillage. Before earning their basic tillage into soil by heavy disk harrows.

For weed control using the complex of agrotechnical measures (crop rotation, tillage system basic afterplanting weed control methods) and chemical (herbicide harness the use of 2 l/ha of soybeans and corn, and if necessary insurance herbicides recommended for these crops)

The soil place research – ordinary chernozem little by humus. Characterizing the weather conditions during the period of the research should be noted that 2008 and 2011 were quite favorable in respect moisture, and 2009, 2010, 2013, 2014, 2015 in different degrees dry, very dry was 2012.

The complex nature of the local weather conditions definitely allowed to more fully explore the impact of measures designed performance and features of formation of grain crops in short-rotation crop rotations.

Economic evaluation of the results of experiments carried out according to generally accepted methods. Basic economic indicators: cost price and profitability of grain production were determined to evaluate the effectiveness of corn and soybeans growing in short-rotation crop rotation.

In all short-rotations crop rotations more competitive crop rotation system was recommended fertilizer. It was noted increase in grain yield with less fertilizer, while expenditure growth was lower than in

options where they are used for the diagnosis of soil. Chisel plowing in all variants was economically more advantageous compared to plowing, due to lower fuel costs during the execution of the main cultivation.

The biggest cost of products grown in the three-field crop rotation received when entering the field of spring barley, which significantly reduced the grain yield of 1 hectare of crop rotation area. In four-field crop rotation at saturation corn and soybeans and 50 % for the use of recommended doses of fertilizer provided somewhat better grain production costs.

The highest indicators of profitability of grain production (123,4 and 121,6 %) it was got due to the saturation of short-rotation two-field (soybean – corn) and four-field crop rotations by corn up to 50 % by growing of cultures without chemical fertilizers application.

Experimental data in the study of the efficiency of basic tillage methods and the use of fertilizer in short-rotation crop rotations of corn with soybeans show in condition of low moisture of Northern Steppe promising implementation of the recommended and balanced system of fertilization, which involves the use in moderate doses of fertilizers on background chisel deep plowing with effective system of protection from weeds with the introduction in short-rotation crop rotation at least 50 % area of rotation under corn which increases productivity and economic efficiency of crop rotation as a whole.

In favorable weather conditions for humidification for the Northern Steppe of Ukraine in the fall, it is advisable to introduce into triple and four-field crop rotation after a predecessor such as soy high-yielding varieties of winter barley instead of spring that provides a significant increase in the productivity of crop rotation and economic efficiency.

**Keywords:** *plowing, chisel plowing, fertilizer system, short rotation, winter barley, spring barley, soybeans, corn, costs of production, cost, profit, profitability.*