

ПРОДУКТИВНІСТЬ АГРОЦЕНОЗУ ТА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ НА ФОНІ РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

Установлені закономірності впливу 21-річного використання чотирьох способів обробітку дерново-підзолистого ґрунту на фоні трьох варіантів системи удобрення на продуктивність 9-пільної зерново-просапної сівозміни і її енергетичну ефективність.

Постановка проблеми

Раціональне використання ґрунтового покриву поліського регіону у сільськогосподарському виробництві на початку ХХІ ст. пов'язане з розробкою і освоєнням адаптивно-ландшафтних систем землеробства, які враховують екологічні обмеження. В умовах ринкових відносин господарювання, крім забезпечення відповідних заходів щодо збереження родючості ґрунту, ставляться певні вимоги щодо їх економічної вигоди і енергетичної доцільності [4,5]. Для розробки прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур важливо застосовувати менш енергоємні системи удобрення та способи обробітку ґрунту.

© Л. І. Ворона, П. П. Надточій, В. А. Трембіцький, В. В. Гулковський

Продуктивність сівозмін пропонується оцінювати комплексно: з позицій їх екологічної, агрономічної та енергетичної ефективності [6, 7].

Для економічної оцінки відповідних заходів доцільно встановлювати загальну вартість кожного виду сільськогосподарської продукції з урахуванням всіх стадій її виробництва, включаючи витрати на відновлення навколишнього середовища після проведення техногенних операцій для виробництва добрив і інших засобів хімізації, що пішли на вирощування тієї чи іншої сільськогосподарської продукції.

В сучасній літературі показано, що оцінка економічної ефективності вирощування тієї чи іншої культури носить суб'єктивний характер, так як економічні показники мають антропоцентриську основу, тобто вони нестабільні, оскільки в значній мірі піддаються впливу ринку [4]. Максималізація виходу врожаю з одиниці площ без врахування екологічних наслідків породжує соціальні промахи. Надмірне підвищення ефективності агросистем з часом завжди обертається збільшенням затрат на підтримку ґрунтових умов вирощування сільськогосподарських культур. Більше того, розрахунок чистого прибутку і рентабельності проведених заходів може бути об'єктивно оцінений лише при умові стабільності національної валюти і оптових цін на вирощену продукцію, добрива, засоби захисту і інше. Тому наразі справедливо признано [1, 6], що оцінка ефективності тих чи інших елементів технології вирощування сільськогосподарських культур повинна базуватися на еколого-енергетичному підході.

Труднощі у вирішенні питань управління родючістю ґрунтів, а отже, і продуктивністю агроценозів ускладнюється тим, що при використанні нових технологій має місце енергетична непропорціональність між дією того чи іншого агроприйому і отриманням кінцевого результату. Проте виявити закономірності впливу способів обробітку ґрунту (на фоні різних варіантів систем удобрення) на продуктивність сівозміни і його енергетичну ефективність можна лише в довготривалих стаціонарних дослідях, що є досить актуальним для нинішніх умов Полісся України.

Об'єкти та методика досліджень

Об'єктами досліджень слугували закономірності змін продуктивності агроценозу щодо способів обробітку дерново-підзолистого ґрунту на фоні застосування різних варіантів системи удобрення в сівозміні. Вивченню підлягали показники урожайності сільськогосподарських культур стаціонарної 9-пільної зерно-просапної польової сівозміни (дослідне господарство "Грозинське" Інституту сільського господарства Полісся УААН), яка закладена у 1981–1982 рр. Чергування культур в сівозміні наступне: картопля–овес–конюшина–озима пшениця–льон–кукурудза на силос–озима пшениця–люпин–озиме жито. У досліді вивчали наступні способи обробітку ґрунту: 1 – звичайна оранка на глибину 18–20 см під усі

культури сівозміни (контроль); 2 – обробіток ґрунту лемішним лушпильником на глибину 13–15 см; 3 – обробіток ґрунту дисковими знаряддями на глибину 8–10 см; 4 – плоскорізний обробіток на глибину 18–20 см.

На фоні зазначених способів обробітку дослідженню підлягали три варіанти системи удобрення: 1 – без добрив (контроль); 2 – 7,8 т/га гною, 50 кг/га азоту (N), 68 кг/га фосфору (P_2O_5) і 77 кг/га калію (K_2O) – загально-прийнята одинарна норма внесення добрив на 1 га сівозмінної площі для зони Полісся; 3–11,7 т/га гною, 75 кг/га азоту, 102 кг/га фосфору і 115 кг/га калію (полуторна норма добрив).

Необхідність вирішення проблеми вдосконалення технологій вирощування сільськогосподарських культур при обмеженості енергоресурсів спонукала дослідників замінити варіант внесення добрив – 11,7 т/га гною + 1,5 NPK на альтернативний одинарній нормі. У зв'язку з цим у другій ротації вносили половину дози гною та заорювали соломку зернових культур і пожнивного люпину на сидерат під просапні культури, що становило (в розрахунку на один гектар сівозмінної площі за ротацію) 3,9 т гною + 1,1 т соломи + 2,2 т зеленої маси сидератів + $N_{10}P_{10}K_{12}$.

Дослід закладений методом розчеплених ділянок в трикратній повторності. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони Полісся. Ґрунт дослідної ділянки дерново-підзолистий супісчаний, в орному шарі (0–20 см) якого міститься 1,2 % гумусу, 11,2 мг/кг рухомого фосфору та 10,1 мг/кг обмінного калію, рН сольове 4,9. Норми внесення мінеральних добрив під окремі культури сівозміни, а також детальна характеристика ґрунту наведені в роботах [2,3,9].

Площа посівної ділянки під обробіток ґрунту – 529,2 м², для вивчення системи удобрення – 264,6 м², облікової для культур суцільного посіву – 216,0 і просапних 151,2 м² у першому випадку та 72,0 і 52,4 м² у другому відповідно.

Оцінку впливу застосування систем обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність сівозміни проводили згідно методики [8].

Результати досліджень

Отримані результати свідчать (табл. 1), що продуктивність 9-пільної сівозміни в залежності від способів обробітку ґрунту і варіантів системи удобрення варіювала в першій і другій ротації в межах 40,2–52,2 і 25,3–49,4 кормових одиниць у розрахунку на 1 га сівозмінної площі відповідно. У першій ротації сівозміни на удобрених фонах відмічена істотна різниця підвищення врожайності культур в залежності від способів обробітку щодо варіанту, де використовувалася звичайна оранка на глибину 18–20 см під культури суцільного посіву та 20–22 см – під просапні. Проте в другій ротації неефективним виявився плоскорізний обробіток. Зниження продуктивності варіювало в межах 1,1–2,0 ц/га кормових одиниць. Неефективним щодо оранки був також і дисковий

обробіток ґрунту на варіанті, де вносилося на гектар сівозмінної площі 50 кг N, 68 P₂O₅ та 77 K₂O на фоні 7,8 т/га гною. Проте в цей період практично не виявлено різниці між звичайною оранкою і дисковим обробітком ґрунту на альтернативній системі удобрення і варіанті, де не вносилися добрива. У перші три роки третьої ротації на удобрених фонах більш продуктивними виявилися плоскорізний обробіток ґрунту і звичайна оранка.

Таблиця 1. Вплив довготривалого систематичного застосування добрив та способів обробітку ґрунту на продуктивність сівозміни (в кормових одиницях в розрахунку на 1 га сівозмінної площі)

Внесено добрив на 1 га сівозмінної площі	№ варіанта обробітку	Перша ротація 1982–1990рр.			Друга ротація 1990–2000рр.			Середнє за 2001–2003рр.		
		всього	зміни від		всього	зміни від		всього	зміни від	
			обро-біткву	добрив		обро-біткву	добрив		обро-біткву	добрив
Без добрив	1	40,2 **	-	-	25,3	-	-	27,5	-	-
	3	40,3	0,1	-	26,3	1,0	-	26,6	-0,9	-
	4	38,6	-1,6	-	25,4	0,1	-	27,8	0,3	-
	5	37,3	-2,9	-	24,2	-1,1	-	28,4	0,9	-
7,8 т/га ГНОЮ + N ₅₀ P ₆₈ K ₇₇	1	49,9	-	9,7	48,5	-	23,2	45,3	-	17,8
	3	51,8	1,9	11,5	49,4	0,9	23,1	43,6	-1,7	17,0
	4	52,2	2,3	13,6	46,6	-1,9	21,2	45,0	-0,3	17,2
	5	51,2	1,3	13,9	46,6	-2,0	22,3	45,5	0,2	17,1
3,9 т/га гною + N ₁₀ P ₁₀ K ₁₂ + 1,2 соломи + 2,2т/га сидератів*	1	49,9	-	9,7	40,3	-	15,0	40,7	-	13,2
	3	51,7	1,8	11,4	41,9	1,6	15,6	40,4	0,3	13,8
	4	51,7	1,8	13,1	40,5	0,2	15,1	41,8	1,1	14,0
	5	51,9	2,0	14,6	39,0	-1,3	14,8	42,4	1,7	14,0

Примітка * за першу ротацію сівозміни (1982–1990 рр.) внесено 11,7 т/га гною + N₇₅P₁₀₂K₁₁₅.

**НІР₀₅ за окремими культурами в усі роки досліджень < 1,27 ц кормових одиниць на 1 га.

Застосування 50 кг N, 68 P₂O₅ та 77 K₂O на фоні 7,8 т/га гною викликало у всіх варіантах обробітку ґрунту підвищення продуктивності сівозміни на 83,5–91,7 %. Слід зазначити, що найбільш ефективним варіантом виявилось внесення N₅₀ P₆₈ K₇₇ на фоні 7,8 т гною на 1 га сівозмінної площі при проведенні звичайної оранки. Продуктивність другої ротації сівозміни в цьому випадку перевищувала 48,5 кормових одиниць у розрахунку на 1 га сівозмінної площі. Ефективність цієї системи удобрення на різних варіантах обробітку варіювала в межах 22,3–23,2 кормових одиниць. Ефективність альтернативної системи удобрення 3,9 т/га гною + N₁₀P₁₀K₁₂ + 1,1 т/га соломи + 2,2 т/га зеленої маси сидератів, у порівнянні з традиційною, була значно нижчою і не перевищувала 15,1 ц/га кормових

одиниць. Аналогічна ситуація спостерігалася і за перші 4 роки наступної ротації сівозміни (2000–2003 рр.).

Проведений аналіз енергетичної ефективності дії довготривалих систем обробітку і удобрення в другій ротації сівозміни та за період 2000–2003 рр. засвідчив (табл.2), що загальні витрати енергії були мінімальними на всіх варіантах обробітку без внесення добрив і становили 14,48–15,59 ГДж у розрахунку на 1 гектар. У цьому випадку витрати енергії на 1 ц кормових одиниць урожаю за ротацію варіювали в межах 572,2–598,5 МДж. Причому на варіанті плоскорізного обробітку вони виявилися найбільшими.

Порівнюючи традиційний варіант системи удобрення із альтернативним слід надати перевагу останньому. В цьому випадку спостерігалася зменшення витрат енергії в розрахунку на 1 ц кормових одиниць урожаю на 95,6–121,2 МДж.

Як і в попередньому випадку, найменш ефективним виявився варіант плоскорізного обробітку ґрунту.

Таблиця 2. Енергетична ефективність довготривалого систематичного застосування добрив та способів обробітку ґрунту в зерново-просапній сівозміні

Внесено добрив	Варіант обробітку	Вміст енергії в урожаї основної і побічної продукції		Витрати енергії			Коефіцієнт енергетичної ефективності, КЕЕ
		всього	зміни від добрив	на 1 га, ГДж	на 1 ц урожаю кор.-мових од.	зміни від внесення добрив	
1	2	3	4	5	6	7	8
Перша ротація (1982–1990 рр.)							
Без добрив	1*	93,67	-	15,50	385,5		6,04
	3	93,94	-	15,22	377,6		6,18
	4	89,98	-	15,43	399,7		5,83
	5	89,84	-	15,33	411,4		5,86
11,7 т/га гною + N ₇₅ P ₁₀₂ K ₁₁ ⁵	1	113,74	20,08	37,88	759,1	373,6	3,00
	3	120,22	26,23	37,60	727,2	349,6	3,20
	4	117,32	27,37	37,81	731,3	331,6	3,10
	5	115,10	25,26	37,77	727,8	316,4	3,04
7,8 т/га гною + N ₅₀ P ₆₈ K ⁷⁷	1	113,97	20,30	30,83	617,8	232,3	3,70
	3	118,22	24,24	30,55	589,7	212,1	3,90
	4	118,68	28,73	30,76	589,2	189,5	3,86
	5	117,23	27,39	30,67	599,1	187,7	3,82

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Друга ротація (1991–1999 рр.)							
Без добрив	1	59,24		14,59	576,6		4,06
	3	61,12		14,40	547,7		4,24
	4	58,84		15,53	572,2		4,04
	5	56,86		14,48	598,5		3,92
7,8 т/га гною + N ₅₀ P ₆₈ K ₇₇	1	110,64	51,40	31,20	643,4	66,8	3,55
	3	112,21	51,09	31,02	627,9	80,8	3,62
	4	105,69	46,85	31,15	668,4	96,2	3,40
	5	106,52	49,66	30,81	662,6	64,1	3,46
3,9 т/га гною + N ₁₀ P ₁₀ K ₁₂ + 1,2 т/га соломи + 2,2 т/га сидератів	1	82,77	23,53	22,22	531,3	-25,3	3,72
	3	87,90	26,78	22,03	525,9	-21,8	4,0
	4	85,20	26,33	22,16	547,2	-25,2	3,84
	5	79,10	22,25	22,11	567,0	-31,5	3,58
Середня за три роки (2001–2003 рр.)							
Без добрив	1	49,81	-	22,25	809,0	-	2,24
	4	49,12	-	22,14	796,4	-	2,22
	5	50,38	-	22,00	774,6	-	2,29
7,8 т/га гною + N ₅₀ P ₆₈ K ₇₇	1	80,55	30,74	36,35	802,4	-6,7	2,21
	4	79,72	30,60	35,25	805,5	9,1	2,20
	5	79,40	29,02	36,09	793,2	18,6	2,20
3,9 т/га гною + N ₁₀ P ₁₀ K ₁₂ + 1,2 т/га соломи + 2,2т/га сидератів	1	71,66	21,85	31,52	774,4	-34,7	2,27
	4	71,81	22,69	31,66	757,4	-39,0	2,27
	5	73,15	22,77	31,5	742,9	-31,7	2,32

Примітка: 1* – оранка на глибину 18–20 см; 3 – обробіток ґрунту лемішним луцильником на глибину 13–15 см; 4 – обробіток ґрунту дисковими знаряддями на глибину 8–10 см; 5 – плоскорізний обробіток ґрунту на глибину 18–20 см.

Заміна варіанту системи удобрення з полуторної норми внесення добрив на альтернативний варіант, що за вмістом діючої речовини NPK відповідає їх одинарній нормі, виявився досить ефективним. У цьому випадку витрати енергії в розрахунку на 1 ц кормових одиниць урожаю були, в залежності від способів обробітку, на 25,2–31,5 МДж нижчими ніж на контролі, де добрива не вносились.

Важливим критерієм оцінки енергетичної ефективності тієї чи іншої технології вирощування сільськогосподарських культур слугує коефіцієнт

енергетичної ефективності (КЕЕ), що характеризує відношення кількості валової енергії, нагромадженої в урожаї основної і побічної продукції, до суми енергії, витраченої на її отримання. Чим вищий зазначений показник, тим вища і енергетична ефективність даної технології при умові отримання високих урожаїв.

При проведенні наших досліджень значення цього показника за другу ротацію сівозміни, в залежності від способів обробітку і добрив, варіювали в межах 3,40–4,06 і 3,4–3,84 відповідно. Найнижчим показником характеризувався варіант системи удобрення з внесенням 7,8 т/га гною + N₅₀P₆₈ K₇₇ при дисковому обробітку ґрунту. В третій ротації (2000–2003 рр.) у першому полі вирощувалися наступні сільськогосподарські культури: ячмінь (2000 р.), ярий ріпак (2001 р.), озиме жито (2002 р.), картопля (2003 р.), серед яких остання культура цієї ланки сівозміни є високоенергозатратною, що вплинуло на зниження коефіцієнту енергетичної ефективності. Його величина на досліджених варіантах не перевищувала 2,74.

Отже слід зазначити, що за всіма варіантами обробітку альтернативна система, особливо на фоні проведення дискового основного обробітку ґрунту, була найбільш ефективною.

Висновки

1. Продуктивність 9-пільної зерно-просапної сівозміни в залежності від способів обробітку ґрунту і варіантів систематичного внесення добрив варіювала в межах 25,3–52,2 центнерів кормових одиниць у розрахунку на гектар сівозмінної площі.

2. Застосування альтернативної системи удобрення (3,9 т гною + 1,1 т соломи + 2,2 сидерату + N₁₀P₁₀K₁₂ на 1 га сівозмінної площі) дає можливість значно збільшувати вихід валової енергії в порівнянні з витратами сукупної енергії на основний обробіток ґрунту.

3. За ефективністю накопичення енергії сільськогосподарськими культурами сівозміни способи обробітку ґрунту розміщуються в наступний ряд: дисковий обробіток > полицевий обробіток = плоскорізнний обробіток.

Напрямок подальших досліджень повинен бути зосереджений на вивченні питань, пов'язаних з оптимізацією живлення окремих культур у сівозміні.

Література

1. Булаткин Г. А., Ларинов В. В. Энергетическая эффективность земледелия и агроэкосистем: взаимосвязи и противоречия // Агрохимия. – 1997. – № 3. – С. 63–66.
2. Ворона А. І., Мисловська О. І. Ефективність способів обробітку ґрунту та систем удобрення в умовах Полісся // Збірник наукових праць

-
- Інституту землеробства УААН (випуск 2). – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – С. 44–48.
3. *Ворона А. І., Гулковський В. В., Мисловська О. І., Кочик Г. М.* Вплив систем удобрення і способів обробітку на баланс елементів живлення в дерново-підзолистому супіщаному ґрунті Полісся // Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН (випуск 3). – К.: ЕКМО, 2003. – С. 16–22.
 4. *Гусев Е. М., Бусарова О. Е.* Оценка энергетической эффективности агротехнологий // Почвоведение. – 2001. – № 7. – С. 832–844.
 5. *Кирюшин В. И.* Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. – Пущено, 1993. – 64 с.
 6. *Минеев В. Г., Добренин Б., Мазур Т.* Биологические земледелие и минеральные удобрения. – М.: Колос, 1993. – 416 с.
 7. *Миркин Б. М., Суюндуков Я. Т., Хазиахметов Р. М.* Управление в агроэкосистеме // Почвоведение. № 2.– 2002. – С. 103–107.
 8. *Медведовський О. К., Іваненко П. І.* Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. – К: Урожай. 1988. – 208 с.
 9. *Трембіцький В. А.* Азотний режим дерново-підзолистих ґрунтів і його зміна під впливом обробітку і застосування добрив / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (до 100-річчя з дня народження докт. с.-г. наук Лубовського М. П.) Луганськ. – Вид. ЛНАУ, 2003. – С. 349–355.
-
-