АГРОРЕСУРСИ

УДК 631.67:631.58

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ АГРОРЕСУРСІВ НА БАЗІ АГРОТЕХНІЧНОГО ДОСЛІДУ

Ю.О. ТАРАРІКО

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Показано значення стаціонарних агротехнічних дослідів як інформаційної бази з об'єктивної оцінки агроресурсного потенціалу регіонів. Установлено можливості збільшення продуктивності агроекосистем шляхом раціонального поєднання різних агротехнічних прийомів. Висвітлено вплив умов зволоження на ефективність агротехнологій. Здійснено порівняльну оцінку різних способів використання побічної продукції рослинництва.

Ключові слова: **агроресурсний потенціал, стаціонарні досліди, агротехнології, продуктивність сівозміни, умови зволоження, побічна продукція рослинництва**

Багаторічна інформаційна база стаціонарних агротехнічних дослідів дає змогу об'єктивно оцінити агроресурсний потенціал сільськогосподарських територій, зокрема середню врожайність основних польових культур, продуктивність сівозмін і агроекосистем за їхньої різної галузевої структури та агротехнологій. Наприклад, рівень розвитку галузі тваринництва визначає потребу у кормах, площі посіву кормових культур, обсяги накопичення органічних добрив. Надлишки побічної продукції також є цінним агроресурсом за рослинницької спеціалізації виробництва. Враховуючи рівні врожайності окремих культур, можна передбачити обсяги накопичення соломи та рекомендувати технології її раціонального використання. У

© Ю.О. Тараріко, 2011

свою чергу очікуваний рівень реалізації біологічних факторів визначає потребу в хіміко-техногенних ресурсах.

Таким чином, вивчені у стаціонарних дослідах агротехнології дають змогу встановити шляхи найбільш ефективного використання і раціонального поєднання промислових, агрометео- та біоресурсів.

Методика. Оцінка агроресурсного потенціалу території (Лівобережний Лісостеп) проводилася на прикладі інформаційної бази агротехнічного досліду Полтавського ІАПВ, закладеного у 1987 р. «Вплив систематичного застосування добрив при різних обробітках ґрунту на продуктивність культур польової сівозміни, якість урожаю і родючість ґрунту» (атестат № 034) [1].

Ґрунт – чорнозем типовий середньогумусний важкосуглинковий на лесі з умістом гумусу в шарі 0–20 см – 5,22%, в шарі 20–40 см – 4,49%, азоту легкогідролізованих сполук – 102, доступного фосфору – 99, обмінного калію – 139 мг/кг ґрунту, $pH_{сол.}$ 7,2, Нг – 0,5 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Досліджувані системи застосування добрив представлено у *табл. 1.* Їхня ефективність визначалася на трьох фонах обробітку ґрунту: комбінованому, чизельному і мілкому. Посівна площа ділянки – 175 м^2, облікова – 100 м^2, повторення – 3-разове.

Кожний з варіантів досліду розглядався як елементарна агроекосистема певної галузевої структури. Наприклад, у варіанті без добрив (контроль) моделюється сучасна поширена практика ведення аграрного виробництва з відчуженням за межі агроекосистеми всієї основної та побічної продукції без компенсації виносу біогенних елементів добривами. За використання на добриво всієї соломи озимої пшениці в сівозміні під цукрові буряки і кукурудзу на зерно також моделюється рослинницька спеціалізація з невисоким рівнем повернення (рециркуляції) поживних речовин ґрунту. Зрозуміло, що варіант з додатковим до соломи систематичним внесенням у грунт гички цукрових буряків, стебел кукурудзи та соломи гороху і ячменю також передбачає галузеву структуру виробництва без тваринництва. Органічна система удобрення, що базується на застосуванні 10 т/га сівозмінної площі гною, притаманна для тваринницько-рослинницької спеціалізації

виробничих систем з навантаженням 100 ум. гол. худоби на 100 га ріллі при стійловому її утриманні [2]. Стосовно до досліджуваної в даному стаціонарному досліді сівозміни така галузева структура характерна для пріоритету виробництва цукру та продуктів тваринництва.

Для оцінки розмаху коливань урожайності культур і продуктивності сівозміни за роками використовували коефіцієнт варіації [3], який може групуватись відповідно до прийнятої шкали якісної оцінки [4]: менше 15% – низький; 15–30 – середній; понад 30% – високий.

Результати досліджень. Якщо порівнювати досліджувані системи удобрення за продуктивністю сівозміни по основному врожаю, то фон побічної продукції на добриво та поєднання гною з мінеральними добривами переважає контроль (без добрив) на 26–30%, солома – на 16–22 та гній – на 12–15%. Відзначається тенденція до підвищення стабільності цього показника за органо-мінеральної системи удобрення й за використання побічної продукції на добриво, хоча у цілому коефіцієнт варіації є високим *(табл. 1)*.

1. Вплив систем обробітку ґрунту й удобрення на продуктивність сівозміни, середнє за 1994–2009 рр.

Система обробітку ґрунту	Система удобрення								
	Контроль	Солома		Побічна продукція		Гній		Гній + NPK	
	ц/га к.од.	ц/га к.од.	±%	ц/га к.од.	±%	ц/га к.од.	±%	ц/га к.од.	±%
Комбінований	42,1	49,8	**15,5**	56,6	**25,6**	49,2	**14,4**	57,4	**26,7**
Чизельний	38,6	48,7	**20,8**	52,5	**26,5**	45,4	**15,0**	55,1	**29,9**
Мілкий	39,0	50,0	**21,9**	52,5	**25,7**	44,5	**12,4**	53,3	**26,8**
$НІР_{0,05}$ ц/га к.од.	3,4	4,4		3,5		3,7		3,9	
Коефіцієнт варіації, %									
Комбінований	34	33		32		35		32	
Чизельний	37	33		34		37		30	
Мілкий	35	34		33		38		33	

Якщо оцінювати ефективність добрив з урахуванням кормової цінності побічної частини врожаю, то у варіанті без добрив продуктивність сівозміни сягає 52,1 ц к.од./га, за вико-

ристання соломи на добриво зростає до 64,0, побічної продукції – до 71,8, 10 т/га гною – до 61,6 та за органо-мінеральної системи удобрення – до 71,2 ц к.од./га. Тобто очевидно, що солома і особливо вся побічна біомаса на добриво істотно переважають гній за впливом на вихід наземної біомаси.

Однак, якщо враховувати недобір кормових одиниць у разі залишання на полі соломи, гички і стебел, які можна було б використати на корм худобі й отримати додаткову продукцію тваринництва, як це передбачається у варіанті із внесенням гною, то за ефективністю переважатиме останній.

Вплив систем обробітку ґрунту на продуктивність сівозміни виявився несуттєвим з тенденцією до переваги комбінованого розпушування.

Важливо також, що внесок окремих культур у загальну продуктивність сівозміни істотно коливається. Дані *табл. 2* свідчать, що найвагоміший внесок у продуктивність сівозміни забезпечують цукрові буряки – 22,1–26,3%, значні обсяги характерні також для кукурудзи на зерно (15,5–18,9%) і силос (16,4–17,7%).

На перший погляд, озима пшениця по гороху становить у продуктивності сівозміни значно більшу частку, ніж по силосній кукурудзі. Однак, якщо врахувати врожайність попер-

2. Внесок культур у продуктивність сівозміни за різних систем удобрення на фоні комбінованого обробітку ґрунту, середнє за 1994–2005 рр., %

Культури	Система удобрення				
	Контроль	Солома	Побічна продукція	Гній	Гній + NPK
Пшениця озима	10,0	11,0	12,1	9,7	11,3
Буряки цукрові	22,1	25,2	26,0	23,7	26,3
Ячмінь	8,2	9,1	9,9	8,7	9,7
Горох	8,7	7,3	7,5	8,8	7,9
Пшениця озима	14,8	13,8	13,0	13,5	12,8
Кукурудза	18,9	17,1	15,5	18,0	15,6
Кукурудза молочно-воскової стиглості	17,3	16,6	15,9	17,7	16,4
Ланка: пшениця озима + горох	23,5	21,0	20,5	22,2	20,7
Ланка: пшениця озима + кукурудза МВС	27,3	27,6	28,0	27,4	27,7

ника, то істотну перевагу матиме ланка кукурудза МВС – озима пшениця.

Проведений аналіз свідчить, що цукрові буряки, кукурудза на зерно, кукурудза МВС та озима пшениця повніше використовують ґрунтово-кліматичний потенціал регіону порівняно з іншими досліджуваними культурами, що може бути підґрунтям для формування більш продуктивної сівозміни *(табл. 3)*.

3. Продуктивність сівозміни з найбільш урожайних культур з урахуванням втраченої кормової цінності побічної продукції, використаної на добриво, середнє за 1994–2005 рр., ц к.од./га

Культури	Система удобрення				
	Контроль	Солома	Побічна продукція	Гній	Гній + NPK
Пшениця озима	36,4	36,0	44,2	41,9	56,2
Буряки цукрові	80,7	112,8	97,1	102,3	131,3
Кукурудза	68,9	76,5	58,3	77,6	78,0
Кукурудза молочно-воскової стиглості	63,0	74,4	80,2	76,5	81,9
4-пільна сівозміна	62,2	74,9	69,9	74,6	86,9
7-пільна сівозміна	52,1	59,7	56,5	61,6	71,2
± до 7-пільної сівозміни, %	16,3	20,4	19,2	17,3	18,0

Це ж стосується коефіцієнта варіації врожайності окремих культур по роках. Меншою мірою вихід продукції коливається у цукрових буряків і кукурудзи на зерно, більшою – в гороху, ячменю та озимої пшениці по кукурудзі молочно-воскової стиглості *(табл. 4)*. При цьому розбіжність коливання ланок сівозміни горох – озима пшениця і кукурудза молочно-воскової стиглості – озима пшениця є однаковою, що за продуктивністю дає перевагу останній.

Розрахунки також показують, що найвища продуктивність 4-пільної сівозміни буде формуватися за систематичного внесення 10 т/га гною з мінеральними добривами – 86,9 ц к.од./га. На фонах тривалого приорювання соломи і застосування лише гною забезпечується однакова продуктивність на рівні 75 ц к.од./га, усієї побічної рослинної біомаси – 69,9 і на конт-

4. Коефіцієнт варіації врожайності культур сівозміни, 1994–2005 рр., %

Культури	Система удобрення				
	Контроль	Солома	Побічна продукція	Гній	Гній + NPK
Пшениця озима	43	43	40	45	37
Буряки цукрові	27	23	21	25	22
Ячмінь	44	43	39	38	38
Горох	43	38	35	43	40
Пшениця озима	27	22	23	31	25
Кукурудза	26	29	30	28	27
Кукурудза молочно-воскової стиглості	30	35	33	35	33
Середнє	34	33	32	35	32
Озима пшениця + горох	34	33	32	35	32
Озима пшениця + кукурудза молочно-воскової стиглості	35	30	29	37	33

ролі – 62,2 ц к.од./га *(табл. 3)*. Загалом перехід від 7- до 4-пільної сівозміни дасть змогу на фоні без застосування добрив збільшити вихід продукції у середньому на 10,1 ц к.од./га, або на 16,3%, по соломі – відповідно на 15,2 (20,4%), по всій нетоварній біомасі на добриво – на 13,4 (19,2%), по 10 т/га гною – на 13,0 (17,3%) і по органо-мінеральній системі удобрення – на 15,7 ц к.од./га (18,0%).

З переходом до 4-пільної сівозміни продуктивність ріллі може істотно зрости, однак коефіцієнт варіації буде знижуватися несуттєво, головним чином у зв'язку із значною розбіжністю коливання врожайності озимої пшениці по кукурудзі молочно-воскової стиглості *(табл. 5)*.

Таким чином, при заорюванні нетоварної біомаси це необхідно враховувати під час оцінювання продуктивності сівозміни з точки зору недоотримання кормових одиниць соломи, стебел і гички. З іншого боку, необхідно брати до уваги позитивний вплив останніх на обсяги виробленої продукції у разі їхнього заорювання. Зіставлення кормової цінності побічної частини врожаю та обсягів додатково отриманої основної продукції від удобрюваної її дії дає змогу об'єктивно й всебічно оцінити доцільність даного агротехнологічного прийому. В даному разі систематичне внесення соломи супроводжується

5. Коефіцієнт варіації продуктивності 4-пільної сівозміни, 1994–2005 рр., %

Культури	Система удобрення				
	Контроль	Солома	Побічна продукція	Гній	Гній + NPK
Пшениця озима	43	43	40	45	37
Буряки цукрові	27	23	21	25	22
Кукурудза	26	29	30	28	27
Кукурудза молочно-воскової стиглості	30	35	33	35	33
4-пільна сівозміна	32	33	31	33	30
7-пільна сівозміна	34	33	32	35	32
± до 7-пільної сівозміни, %	8,1	2,4	1,8	5,0	6,2

втратами у середньому по сівозміні 4,3 ц к.од./га і зростанням виходу основної продукції на 9,2 ц к.од./га, за внесення усієї побічної продукції втрачається і додатково отримується 15,3 ц к.од./га. Тобто використання на добриво соломи дає змогу замінити її кормову цінність подвійною кількістю основної продукції культур сівозміни, а всієї нетоварної частини врожаю – її компенсувати.

У роки з низькою продуктивністю сівозміни (1994, 1996, 1999, 2003) середня кількість опадів у березні – липні становила лише 204 мм (від 178 мм у 1999 р. до 219 мм у 1994 р.). Відповідно до цього у несприятливі роки сівозміна забезпечує на контролі 34–36 ц к.од./га, а у варіанті з використанням на добриво побічної продукції – 44–46 ц к.од./га, що на рівні або дещо нижче продуктивності у сприятливі роки без використання добрив *(табл. 6)*.

Аналіз умов зволоження за 1964–2009 рр. свідчить, що середня сума опадів за березень – липень у даній зоні становить

6. Середня продуктивність сівозміни залежно від умов зволоження вегетаційного періоду, ц к.од./га

Рівень продуктивності	Варіант удобрення		Середня сума опадів за березень – липень
	Без добрив (контроль)	Побічна продукція	
Високий	46–48	56–58	367
Низький	34–36	44–46	204

248 мм і може коливатись від 127 до 534 мм з коефіцієнтом варіації 32%, що на рівні варіабельності продуктивності сівозміни. Сприятливі за зволоженням роки (сума опадів березня – липня понад 300 мм) спостерігаються в цьому регіоні у 25% випадків, середні (210–300 мм) – у 41% і недостатні – в 34% випадків. Це говорить про те, що в трьох роках із десяти дефіцит опадів у весняно-літній період значно обмежує рівень використання агроресурсного потенціалу регіону, а регулювання водного режиму сприятиме не лише зростанню продуктивності сівозміни, але й її стабілізації за роками.

З точки зору підвищення рівня використання наявного агроресурсного потенціалу, доцільно здійснити оцінку пріоритетності різних агротехнічних прийомів. Так ефективність систем обробітку ґрунту визначається, з одного боку, рівнем витрат пального, з іншого, – їхнім впливом на врожайність культур і продуктивність сівозміни в цілому. Розрахунки показують, що за комбінованого обробітку витрати залежать від обсягів виходу продукції по системах удобрення і у середньому становлять 153 грн/га. При застосуванні чизельного розпушування цей показник знижується до 72, мілкого – до 34 грн/га.

За впливом на кількість накопичених кормових одиниць у сівозміні переважає комбінований обробіток ґрунту. Однак, хоча достовірною ця перевага є не на всіх фонах, умовно оцінюючи вартість приросту врожаю за поточною ціною фуражного зерна 1200 грн, пріоритет можна віддати комбінованій системі обробітку ґрунту. Наприклад, якщо кількість додатково отриманої відносно чизелювання і мілкого розпушування продукції становить у межах 2,3–4,7 ц к.од./га, то прибуток буде коливатися від 276 до 564 грн, що перекриває додаткові витрати на обробіток відносно чизелю на 81 грн, відносно мілкого розпушування – 119 грн. Винятком може бути лише фон соломи на добриво, де продуктивність сівозміни нівелюється на одному підвищеному рівні й орієнтуватися можна на мінімалізацію обробітку ґрунту. Аналогічні результати отримано і у стаціонарному досліді Запорізької дослідної станції НААН [5].

Ефективність використання побічної продукції рослинництва на добриво визначається, з одного боку, дією на врожайність культур, з іншого, – кількістю недоотриманої про-

дукції тваринництва при її заорюванні в ґрунт. Так якщо по фону 10 т/га гною середня за 16 років урожайність озимої пшениці по кукурудзі молочно-воскової стиглості становить 25,3 ц/га, а по гороху – 36,1 ц/га, то за коефіцієнта співвідношення соломи до зерна 1,6 її загальне за ротацію сівозміни виробництво сягатиме 9,8 т, або 1,4 т/га сівозмінної площі. Якщо солому розглядати як складник раціону годівлі великої рогатої худоби з її кормовою цінністю 0,28 к.од./кг [6], то це становить 3,9 ц к.од./га сівозміни. За умови, що для отримання 1 кг молока витрачається 1 к.од., то вказана кількість соломи може бути еквівалентною приблизно 390 кг молока, з якого можна виробити 95 кг вершків і твердого сиру на суму 3,8 тис. грн.

Кормова цінність усієї побічної продукції сівозміни за систематичного внесення 10 т/га гною у цілому становить 89,3 ц к.од., або 12,8 ц к.од./га сівозміни. Це еквівалентно 310 кг/га готових до споживання продуктів тваринництва на суму 12,4 тис. грн/га. При цьому не враховується вплив на продуктивність сівозміни і ефективність системи землеробства додатково отриманої побічної продукції тваринництва – гною.

За спеціалізації без тваринництва солома непотрібна і вважається відходом рослинництва. За врожайності озимої пшениці по кукурудзі молочно-воскової стиглості 28,0 і по гороху 37,4 ц/га у варіанті з довготривалим використанням на добриво соломи забезпечується її доза 1,5 т/га сівозмінної площі. Це додатково до контролю підвищує продуктивність сівозміни у середньому за роками на 7,7 ц к.од./га. Припускаючи, що вартість кормової одиниці відповідає вартості фуражного зерна за ціною 1200 грн/т, прибуток становитиме 924 грн/га. Такий самий, але додатковий до продукції тваринництва ефект отримується і на фоні гною.

Систематичне використанням на добриво всієї побічної продукції рослинництва супроводжується середньобагаторічним приростом продуктивності сівозміни 14,5 ц к.од./га до контролю і 7,4 ц к.од./га до фону тривалого внесення 10 т/га гною. Це дає змогу додатково отримати відповідно 1740 і 888 грн/га.

Для порівняння можна також розглянути доцільність використання соломи на енергетичні цілі, зокрема для вироб-

ництва солом'яних гранул (пеллет). Якщо з 1 т соломи отримують 1 т гранул з середньою ціною реалізації 690 грн/т, то на гектар сівозмінної площі буде отримано 1035 грн. При цьому залежно від потужності вартість обладнання для виробництва цієї продукції може коливатися від 4000 € (100 кг/год) до більш ніж 240 000 € (2 т/год). А, наприклад, прес-підбирач соломи марки Klaas має вартість 110 000 €.

Висновки. 1. Для об'єктивної оцінки агроресурсного потенціалу регіонів доцільно використовувати інформаційну базу стаціонарних агротехнічних дослідів, яких в Україні зареєстровано 96.

2. Для підвищення ефективності використання агроресурсного потенціалу Лівобережному Лісостепу необхідно враховувати наступне:

• на фоні без добрив продуктивність типової сівозміни у середньому становить 5,2 т к.од./га, внесення 10 т/га гною підвищує цей показник на 14%, солома – на 18, побічна продукція і поєднання гною з мінеральними добривами – на 28, оптимізація складу культур у сівозміні – на 16–20%;

• із систем обробітку ґрунту перевагу слід віддавати комбінованому обробітку ґрунту, за винятком фону соломи на добриво, де ефективне мілке розпушування такого самого рівня;

• використання нетоварної частини врожаю у тваринництві з отриманням додаткового молока та м'яса є значно вигіднішим, ніж її застосування на добриво, особливо з урахуванням ефективності побічного гною;

• ефективність виробництва енергетичної сировини з відходів рослинництва може бути низькою у зв'язку з високою вартістю додаткової інфраструктури.

Література

1. *Довгострокові* стаціонарні польові досліди України. Реєстр атестатів. – Х.: Друкарня № 13, 2006. – 120 с.

2. *Справочник* по удобрениям. – М.: Колос, 1964. – С. 93–122.

3. *Каюмов М.К.* Справочник по программированию урожаев. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 186 с.

4. *Иванова В.М., Калинина В.Н., Нешумова Л.А. и др.* Математическая статистика: учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1981. – 371 с.

5. *Формування* енергогенеруючих біоорганічних агроекосистем. – К.: ДІА, 2008. – 152 с.
6. *Довідник* поживності кормів / М.М. Карпусь, С.І. Карпович та ін.; за ред. М.М. Карпуся. – К. : Урожай, 1988. – 400 с.

Показано значение стационарных агротехнических опытов как информационной базы по объективной оценке агроресурсного потенциала регионов. Установлены возможности увеличения продуктивности агроэкосистем путём рационального сочетания разных агротехнических приёмов. Освещено влияние условий увлажнения на эффективность агротехнологий. Проведена сравнительная оценка разных способов использования побочной продукции растениеводства.

The significance of agro-stationary experiments, as the knowledge base of objective assessment ahroresursnoho potential regions. Found ways to increase the productivity of agroecosystems by rational combination of various agrotechnical methods. Elucidated the influence of moisture on the efficiency of agricultural technologies. The comparative assessment of different ways to use crop by-products.