



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631.95.620.91
© 2013

Ю.О. Тараріко,
член-кореспондент НААН
Інститут водних
проблем і меліорації НААН

О.М. Бердніков,
член-кореспондент НААН
Інститут сільськогосподарської
мікробіології і агропромислового
виробництва НААН

В.А. Величко,
доктор сільсько-
господарських наук
Національний
науковий центр «Інститут
грунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»

О.А. Козаченко,
кандидат економічних наук
Інститут водних
проблем і меліорації НААН

ПОТЕНЦІАЛ ВИРОБНИЦТВА ПРОДОВОЛЬСТВА І БІОЕНЕРГІЇ В ЗОНІ ПОЛІССЯ

Доведено, що для досягнення максимальних рівнів виробництва продовольства і біоенергії на осушуваних землях Полісся, крім оптимізації водно-повітряного й поживного режимів ґрунту та сівозмінного фактора, провідна роль належить продуктивності дійного стада. Зі створенням біоенергетичних аграрних виробничих систем важливим резервом підвищення питомих виробництва продукції й прибутковості є використання придбаних концентрованих кормів, з якими до агроєкосистеми залучається значна кількість макро- та мікроелементів.

Ключові слова: комп'ютерне моделювання, біоенергетичні агроєкосистеми, міжгалузева оптимізація, економічна ефективність, органічне землеробство і виробництво

Основними чинниками підвищення продуктивності ріллі та економічної ефективності рослинництва є застосування органічних, мінеральних добрив і меліорантів, використання сівозмінного фактора, на меліорованих землях — оптимізація водно-повітряного режиму ґрунту [2, 3]. Однак стосовно системного аналізу кругообігу речовини в різносекторних агроєкосистемах існують інші дієві чинники, що дають змогу істотно підвищити результативність господарської діяльності. Для їх виявлення здійснюють багатоваріантне комп'ютерне моделювання. На 1-му етапі встановлюють внутрішні зв'язки між окремими складовими аграрного виробництва. Для цього варіанти стаціонарних дослідів розглядають як моделі елементарних агроєкосистем [1, 7]. На 2-му етапі на основі отриманих закономірностей здійснюють подальше моделювання з метою формування найбільш збалансованої галузевої структури.

На 3-му етапі опрацьовують варіанти міжгалузевої оптимізації конкретного підприємства з формуванням максимально замкнених циклів речовини і потоків енергії. У роботі наведено приклад 2-го етапу моделювання.

Мета досліджень — визначити максимальний рівень продуктивності ріллі, якого можна досягти в умовах Полісся оптимізацією сівозміни, поживного і водно-повітряного режимів ґрунту, а також вплив рівня продуктивності молочного стада на ефективність використання отриманих кормів, закономірності кругообігу речовини і потоків енергії, формування інфраструктури біоенергетичного аграрного виробництва та показників його економічної ефективності.

Методика досліджень. Дослідження здійснювали з використанням інформаційної бази стаціонарного агротехнічного досліді Чернігівського інституту мікробіології і АПВ, закладеного в 1982 р. на дерново-середньопідзолистому

1. Обсяги виробництва кормів

Модель	Силос			Концкорми			Разом	
	тис. т	тис. т к. од.	тис. т с.р.*	тис. т	тис. т к. од.	тис. т с.р.	тис. т к. од.	тис. т с.р.
№1	40,2	8,6	10,7	4,1	5,4	3,6	14,0	14,1
№2	46,1	11,8	17,8	5,7	7,4	4,9	19,2	22,7
№3	36,6	9,3	16,6	7,1	9,3	6,1	18,6	22,7
№4	31,1	7,8	15,9	7,9	10,3	6,8	18,1	22,7
№5	84,2	21,9	22,7	21,2	27,8	18,3	49,7	41,0
№6	84,2	21,9	22,7	27,3	35,7	23,5	57,6	46,2

* суха речовина.

супіщаному ґрунті. Було встановлено, що з наявних варіантів дослідів найперспективнішим є фон 20 т/га гною, який моделює біоенергетичну спеціалізацію аграрного виробництва на площі 1 тис. га з навантаженням великої рогатої худоби 2 ум. гол./га і продуктивністю дійного стада по молоку 3,7 тис. кг у рік (середня по Чернігівській області) [7]. Завдання моделювання перспективних варіантів розвитку поліської агроєкосистеми — оцінити перехід на монокультуру кукурудзи, проаналізувати вплив нарощування річних надой до 7 і 10 тис. кг на інші виробничі показники, виявити доцільність вирощування лише зеленої маси з придбанням усіх потрібних концентрованих кормів та з'ясувати значення підвищення якості молока, зокрема його жирності:

Модель № 1 — максимальна продуктивність 4-пільної сівозміни за оптимізації поживного і водно-повітряного режиму ґрунту з навантаженням великої рогатої худоби (корови зі шлейфом) 3,5 ум. гол./га та продуктивністю по молоку 3,7 тис. кг у рік.

Модель № 2 — максимальна продуктивність кукурудзи на зерно та силос зі співвідношенням площ, що забезпечує баланс зерна і силосу в розрахунку на 3,7 тис. кг у рік та на щільність поголів'я 4,8 ум. гол./га.

Модель № 3 — варіант, аналогічний попередньому зі зростанням річних надой до 7 тис. кг з навантаженням великої рогатої худоби 3,8 ум. гол./га.

Модель № 4 — річний надій — 10 тис. кг, щільність тварин — 3,2 ум. гол./га.

Модель № 5 — кукурудза МВС на площі 1 тис. га із придбанням концентрованих кормів для продуктивності корів 10 тис. кг молока в рік і навантаження великої рогатої худоби 9 ум. гол./га.

Модель № 6 — модель аналогічна попередній з підвищенням жирності молока з 3,3–3,4 до 4,8–5,1%.

Комп'ютерне моделювання виконували заходами EXEL і EXESS [5].

Результати досліджень. Результати моделювання свідчать про те, що перехід від 4-пільної сівозміни: пшениця озима, картопля, кукурудза МВС, люпин (модель № 1) на монокультуру кукурудзи (модель № 2) — дасть змогу збільшити заготовлювану силосу з 40 до 46 тис. т, або на 13%, зерна — з 4,1 до 5,7 тис. т, або на 28% (табл. 1). Для підвищення продуктивності корів до 7 тис. кг молока в рік потрібно збільшити площу посіву зернової і силосної кукурудзи (див. табл. 1) відповідно з 560 та 440 га (модель № 2) до 700 і 300 га (модель № 3). Для забезпечення річних надой на рівні 10 тис. кг у рік площа посіву кукурудзи МВС становитиме 220 га, зернової кукурудзи — 780 га (модель № 4). За використання моделей № 5 і 6 виробництво силосу досягне 84 тис. т з потребою в концкормах відповідно 21 і 27 тис. т (див. табл. 1).

Відповідно до кількості кормів і продуктивності тварин розраховують чисельність поголів'я великої рогатої худоби. Приймалося, що на 1 корову зі шлейфом (0,35 нетеля і 0,8 теляти) оптимально припадає 3,3 т к. од. грубих і соковитих кормів у рік (табл. 2). Це дає змогу утримувати за моделями 2,1–5,3 тис. гол. дійного стада. Якщо на шлейф корови витрачається 1,3 т к.од. концентрованих кормів, то на 1 дійну корову за продуктивності 3,7 тис. кг молока в рік їх припадатиме на добу 3,5 к. од., за 7 тис. кг у рік — 7,7 к. од., 10 тис. кг на рік — близько 11 к. од. та для доведення жирності молока до 4,8–5,1% — до 15 к. од. За зазначених обсягів вирощування або закупівлі кормів виробницт-

2. Чисельність великої рогатої худоби і виробництво молока

Показник	Модель					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Силос*, тис. т к. од.	8,6	11,8	9,3	7,8	21,9	21,9
у т.ч. на 1 корову в рік, т к.од.	2,16					
шлейф 1 корови в рік, т к.од.	1,14					
1 корову зі шлейфом у рік, т к.од.	3,30					
Кількість дійних корів, тис. гол.	2,1	2,9	2,3	1,9	5,3	5,3
На 1 корову на добу, к.од.	5,92					
Комбікорм, тис. т к.од.	5,3	7,4	9,2	10,3	27,7	35,7
у т.ч. на шлейф 1 корови, т к.од.	1,30					
шлейф усіх корів, тис. т к.од.	2,7	3,7	2,9	2,5	6,9	6,9
на корів, тис. т к.од.	2,6	3,7	6,3	7,8	20,8	28,8
на 1 корову в рік, т к.од.	1,26	1,28	2,81	4,12	3,93	5,42
На 1 корову на добу, к.од.	3,45	3,51	7,70	11,29	10,77	14,85
Усього кормів на 1 корову на добу, к.од.	9,37	9,43	13,62	17,21	16,69	20,8
Виробництво молока на 1 корову на добу, кг**	10,2	10,3	19,8	28,0	26,8	27,9
На 1 корову в рік, т	3,7	3,8	7,2	10,2	9,8	10,2
Усього молока в рік, тис. т	7,8	10,8	16,3	19,4	51,9	54,1

* 20% вихідної маси псується під час зберігання; ** залежність між кількістю кормів і надоєм молока 3,3–3,4%-ї жирності: $y=2,2727x-11,136$; 4,8–5,1%-ї жирності: $y=1,785x-8,9608$; x — кількість кормів, к.од.[6].

во молока на 1 тис. га може коливатися за моделями з 7,8 до 54,1 тис. т у рік.

У разі залучення до інфраструктури модулів з переробки молока можна отримувати 0,43–5,39 тис. т вершків та 0,36–3,76 тис. т сиру. Побічним продуктом залишатимуться відвійки, у яких за введення їх до раціону тварин у замкненому кругообігу залишиться значна кількість макро- і мікроелементів. У такому разі сумарне виробництво молочної продукції становитиме від 0,87 тис. т за умовами моделі № 1 до 10,02 тис. т відповідно до моделі № 6.

Отже, перехід до монокультури кукурудзи дасть змогу збільшити вихід молока і сиру на 28%, додаткове підвищення продуктивності корів до 7 тис. кг молока на рік — ще на 14%, до 10 тис. кг — ще на 18%, з розширенням поголів'я за рахунок придбання концентратів збільшиться вихід продукції у 2,7 раза, зі збільшенням жирності молока — ще в 1,5 раза. За порівняння моделей № 1 та 6 виробництво зросте у 12 разів.

При розрахунку чисельності і продуктивності поголів'я молочного стада частину кормів викремлюють для повноцінної годівлі ремонтно-

го молодняку і бичків [2]. Унаслідок вибракування дійних корів та відгодівлі бугайців побічно із сиром і вершками отримують м'ясопродукти. За наявності бійні і модуля з переробки сировини до кінцевих продуктів очікувані обсяги виробництва, скажімо, м'яса без кісток, коливатимуться з 253 (модель № 4) до 706 (моделі № 5 і 6).

У процесі виробництва продуктів тваринництва побічний продукт гній є енергетичною сировиною. Крім того, під час зберігання грубих і соковитих кормів приблизно 20% їх псується. Відходи бойні також можна використовувати для виробництва енергії. Згідно з параметрами біоенергетичних установок більшості виробників вихід біогазу за моделями на площі 1 тис. га коливатиметься з 3,1 до 9,6 млн м³. Його спалювання на когенераційній електростанції дасть змогу отримувати 15–46 млн кВт·год тепло- і електроенергії (табл. 3).

Майже половина сухої речовини енергетичної сировини після газогенерації залишається у вигляді залишку нерозкладеною. Це так званий біогумус. Якщо прийняти, що під просапною кукурудзою щороку мінералізація гумусу

3. Трансформація сухої речовини рослинної біомаси в органічні добрива, біогаз і тепло- та електроенергію на 1000 га ріллі

Модель	Рослинна біомаса	Вихід гною	Вихід біогумусу	Вихід біогазу, млн м ³	Енергія, млн кВт-год	
					тис. т сухої речовини	
№ 1	14,1	8,1	4,5	3,1	7,4	7,5
№ 2	22,7	13,1	7,2	5,0	12,0	12,0
№ 3	22,7	13,0	7,2	4,9	11,8	11,9
№ 4	22,7	13,0	7,1	4,9	11,7	11,8
№ 5	41,0	22,8	12,5	8,7	20,8	20,8
№ 6	46,2	25,4	14,0	9,6	23,1	23,2

становить 1,5 т/га, то кількість біогумусу за моделями забезпечує розширене відтворення гумусного стану ґрунту [4]. Крім того, у ньому зосереджено всі макро- і мікроелементи, винесені рослинною біомасою з ґрунту (табл. 4), за винятком їх відчуження з агроекосистеми з реалізованою продукцією тваринництва. Скажімо, за моделями № 1–4 рівень рециркуляції коливається в межах 75–88%, фосфору — 91–96 і калію — 99%. У разі залучення в агроекосистему концентрованих кормів зовнішнього по-

ходження (моделі № 5 і 6) надходження азоту в ґрунт становитиме відповідно 159 і 175% від виносу, фосфору — 209 і 239, калію — 122–129%. Тобто завдяки інфраструктурі заощаджується значна кількість мінеральних добрив, що потрібно враховувати під час оцінки економічної ефективності. Важливо, що біогумус після газогенерації є повністю знезараженим від шкочинних організмів, зокрема насіння бур'янів.

Якщо за параметрами моделі № 1 валовий

4. Економія мінеральних добрив, т

Модель	Елементи	Винос з ґрунту	Відчуження з реалізованою продукцією				Надходження в ґрунт з біогумусом		
			вершки	сир	м'ясо	разом	д.р.*	% від виносу	ф.м.**
№ 1	N	221	2,1	16,7	8,0	27	194	88	571
	P ₂ O ₅	66	0,3	2,2	0,6	3	63	96	334
	K ₂ O	230	0,5	0,4	0,9	28	228	99	380
№ 2	N	253	2,9	23,3	11,0	37	216	85	635
	P ₂ O ₅	91	0,4	3,0	0,8	4	87	95	456
	K ₂ O	283	0,7	0,6	1,2	3	281	99	468
№ 3	N	250	4,6	40,2	8,6	54	196	79	578
	P ₂ O ₅	90	0,6	5,2	0,6	6	83	93	437
	K ₂ O	265	1,1	1,0	1,0	3	262	99	437
№ 4	N	248	5,6	49,9	7,3	63	185	75	545
	P ₂ O ₅	89	0,7	6,5	0,5	8	81	91	427
	K ₂ O	255	1,4	1,2	0,8	3	252	99	419
№ 5	N	265	14,9	132,9	20,3	168	422	159	1240
	P ₂ O ₅	96	2,0	17,2	1,4	21	200	209	1055
	K ₂ O	356	3,6	3,2	2,3	9	436	122	727
№ 6	N	265	26,4	171,8	20,3	219	464	175	1364
	P ₂ O ₅	96	3,5	22,3	1,4	27	230	239	1208
	K ₂ O	356	6,4	4,1	2,3	13	458	129	763

* діюча речовина; ** фізична маса аміачної селітри, суперфосфату і хлористого калію.

5. Потужність складових інфраструктури та капітальні затрати на її створення

Складові інфраструктури		Модель					
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Елеватор	тис. т	5,4	5,7	7,1	7,9	21,2	27,2
	млн грн	1,1	1,1	1,4	1,6	4,2	5,4
Тваринницькі приміщення	тис. гол.	4,2	5,7	4,5	3,8	10,6	10,6
	млн грн	40,0	54,6	43,0	36,3	101,3	101,3
Обладнання для МТФ	тис. корів	2,1	2,9	2,2	1,9	5,3	5,3
	млн грн	3,4	4,6	3,6	3,1	8,6	8,6
Маточне поголів'я	тис. корів	2,1	2,9	2,2	1,9	5,3	5,3
	млн грн	31,4	42,9	33,7	28,5	79,6	79,6
БГУ	тис. ум. гол.	3,5	4,8	3,8	3,2	9,0	9,0
	млн грн	24,1	32,9	25,8	21,8	61,0	61,0
Переробка молока	тис. т	7,8	10,8	16,3	19,4	51,9	54,1
	млн грн	4,9	6,8	10,3	12,2	32,7	34,1
Переробка м'яса	тис. т	0,7	1,0	0,7	0,6	1,8	1,8
	млн грн	1,4	1,9	1,5	1,3	3,5	3,5
Склади	тис. т	1,1	1,6	2,3	2,7	7,2	10,7
	млн грн	0,4	0,5	0,7	0,9	2,3	3,5
Сховища для кормів	тис. м ²	20,1	23,0	18,3	15,6	42,1	42,1
	млн грн	16,1	18,4	14,6	12,4	33,7	33,7
Сховища для органічних добрив	тис. м ²	1,6	2,6	2,6	2,5	4,5	5,0
	млн грн	1,3	2,1	2,0	2,0	3,6	4,0
ОЗС	тис. га	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	млн грн	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Разом	млн грн	144,1	185,9	156,8	140,1	350,5	354,7

дохід становитиме 68,3 млн грн (тис. грн/га), то перехід на монокультуру кукурудзи дасть змогу збільшити цей показник в 1,4 раза, додаткове підвищення продуктивності корів до 7 і 10 тис. кг молока в рік зросте відповідно в 1,9 і 2,2 раза, за придбання концентрованих кормів — у 4,6, підвищення жирності молока — у 6,8 раза.

Для досягнення зазначених результатів слід створювати інфраструктуру, адекватну поголів'ю великої рогатої худоби, обсягам виробництва і зберігання біомаси, продукції та відходів. Скажімо, за параметрів моделі № 1 з оптимізацією водно-повітряного і поживного режимів ґрунту обсяги виробництва продукції рослинництва потребують будівництва міні-елеватора на 5,4 тис. т, сховища для зберігання кормів на

20,1 тис. м², гноєсховища на 1,6 тис. м² (табл. 5). За умовами моделі № 6 ці показники зростають відповідно до 27,2 тис. т, 42,1 і 5 тис. м². За підвищення продуктивності корів (моделі № 3 і 4) капітальні витрати на будівництво і обладнання МТФ та на придбання маточного поголів'я великої рогатої худоби навпаки скоротяться.

При оцінці ефективності моделей біоенергетичних агроєкосистем потрібно також враховувати виробничі витрати. На корми їх визначали за їх собівартістю по Чернігівській області з коефіцієнтом 1,2 з урахуванням підготовки до згодовування; на утримання тварин — 67% від кормів; переробку продукції — 20% від собівартості сировини.

Майже 60% виробничих витрат пов'язано з утриманням тварин і по 20% припадає на ви-

6. Економічна оцінка моделей розвитку аграрного виробництва на Поліссі

Показники, млн грн	Модель					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Капітальні затрати	144,1	185,9	156,8	140,1	350,5	354,7
Валовий дохід	68,3	96,5	131,2	150,6	382,2	532,2
Виробничі затрати	35,6	56,3	57,1	57,6	204,1	247,3
Чистий прибуток	32,7	40,2	74,0	93,0	178,0	284,8
Строк окупності інфраструктури, років	4,4	4,6	2,1	1,5	2,0	1,2

робництво кормів і переробку продукції. При цьому з розширенням обсягів виробництва кормів без зростання продуктивності тварин істотно збільшуються капітальні витрати за рахунок розширення інфраструктури тваринництва (табл. 6). Підвищення річних надойв дає змогу помітно знизити вартість інфраструктури. Залучення в агроєкосистеми концентрованих кормів супроводжуватиметься істотним розвитком тваринництва та різким зростанням капітальних затрат. Однак при цьому значно зростають валовий дохід і чистий прибуток, що скорочує строки окупності інфраструктури з 4–

5 до 1–2 років. Отже, перевага біоенергетичних аграрних виробничих систем полягає в можливості збільшення прибутковості з 2–3 тис. грн/га за сучасної успішної практики до 30, 70, 90 і навіть 285 тис. грн/га з мінімальними затратами енергетичних і хіміко-техногенних ресурсів.

Розглянуті моделі є гіпотетичними, але їх будують на результатах конкретних досліджень та наявних нормативах і розкривають значення біоенергетичного аграрного виробництва в розвитку села, забезпеченні енергетичної незалежності і продовольчої безпеки держави.

Висновки

Оптимізація сівозмінного фактора, водноповітряного і поживного режимів ґрунту, приведення у відповідність до кормової бази поголів'я великої рогатої худоби та переробка сировини до кінцевих продуктів забезпечуватимуть чистий прибуток на рівні 30–40 тис. грн/га зі строком окупності інфраструктури 4–5 років.

За підвищення продуктивності тварин з 4 до 7–10 тис. кг молока в рік за незмінних інших

виробничих параметрів прибутковість зростатиме до 70–90 тис. грн/га. Придбання концентрованих кормів збільшить цей показник до 180 тис. грн/га, а підвищення жирності молока з 3,3–3,7% до 4,8–5,1% — до 285 тис. грн/га. Строк окупності інфраструктури при цьому становитиме 1–2 роки. Водночас здійснюється перехід на засади органічного виробництва з інтенсивністю балансу біогенних елементів з 95 до 180%.

Бібліографія

1. *Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України (рекомендації).* — К.: ДІА, 2011. — 576 с.
2. *Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України.* — К.: Аграр. наука, 2010. — 980 с.
3. *Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України.* — К.: Урожай, 2004. — 560 с.
4. *Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства.* — К.: 1998. — 158 с.
5. *Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу(рекомендації).* — К.: Нора-Друк, 2002. — 122 с.
6. *Справочная книга директора совхоза. Ч. 2.* — М.: Сельхозгиз, 1956. — 1016 с.
7. *Тараріко Ю.О., Личук Г.І. Моделювання агроєкосистем на інформаційній базі стаціонарного дослідження в Поліссі//Вісн. аграр. науки.* — 2013. — № 3. — С. 53–58.

Надійшла 10.04.2013.