



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 631/631.8/631.521.54

© 2015

Ю.М. Хален,
кандидат
економічних наук

В.В. Волкогон,
член-кореспондент НААН,
доктор сільсько-
господарських наук

А.М. Москаленко,
кандидат
економічних наук

*Інститут
сільськогосподарської
мікробіології та
агропромислового
виробництва НААН*

ПРОГНОЗУВАННЯ УДОБРЮВАЛЬНОГО ПОТЕНЦІАЛУ В МОДЕЛЯХ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Мета. Розробити методику прогнозування удобрювального потенціалу в сівозмiнах органічного землеробства. **Методи.** Балансовий, розрахунково-конструктивний, абстрактно-логічний. **Результати.** Наведено алгоритм прогнозування розміру удобрювального потенціалу та результати його апробації на прикладі розроблених моделей органічних сівозмiн. **Висновки.** Методика дає змогу прогнозувати рівні удобрювального потенціалу в сівозмiнах органічного виробництва. **За дотримання умов побудови сівозмiн за екологічними критеріями з часом формується відносно замкнений екологічно стабільний агроценоз з відповідним удобрювальним потенціалом, який дає можливість досягти цілком прийняттого рівня продуктивності.**

Ключові слова: органічне виробництво, прогнозування, удобрювальний потенціал, елементи живлення, сівозмiни.

Одним зі стримувальних факторів широко запровадження органічного виробництва в Україні є низька продуктивність органічних сівозмiн унаслідок недостатнього рівня удобрення, особливо з огляду на мале поголів'я тварин і, як наслідок, незначна кількість такого органічного добрива, як гній. Тому актуальним є проведення досліджень та розроблення методик прогнозування удобрювального потенціалу органічних сівозмiн.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вітчизняні дослідники приділяють значну увагу питанням продуктивності органічного виробництва [6, 10]. Проте автори переважно спираються на результати дослідів, проведених за певними конкретними схемами, що обмежує можливості комбінування різних

варіантів та прогнозування їхніх кінцевих показників.

Широко досліджено та опрацьовано в методичному і нормативному планах аспекти продукційного процесу сільськогосподарських культур за умов традиційного землеробства [2, 11]. Вони спрямовані переважно на визначення кількості мінеральних добрив, яку потрібно внести для досягнення запланованого рівня врожайності або її оптимального рівня [13]. Водночас в органічному землеробстві врожайність передусім лімітується обмеженими можливостями органічного удобрення, тому необхідним є прогнозування його можливого потенціалу. При цьому з урахуванням пролонгованості в часі дії та післядії органічних добрив потрібно розробити

динамічні моделі в складі сівозмін.

Мета досліджень — розроблення методики прогнозування удобрювального потенціалу (за забезпеченістю сільськогосподарських культур сполуками основних елементів живлення) у сівозмінах органічного землеробства та її апробація на прикладі розроблених моделей.

Методика досліджень. У методологічному плані в проведених модельних розрахунках використано адаптацію наявних методик до умов органічного виробництва та їх поєднання з результатами досліджень ефективності біологічних чинників підвищення продуктивності агроценозів. Наведена методика прогнозування удобрювального потенціалу базується на визначенні його можливого розміру з урахуванням наявності та надходження в доступній формі сполук основних елементів живлення (NPK). Крім того, передбачено розрахунок балансу (за показниками витрат та вносу врожаєм) поживних речовин для моніторингу стану ґрунтових запасів і визначення можливого залишку для формування удобрювального потенціалу наступної культури. Нами застосовано динамічну (у складі сівозміни за роками освоєння та ротації) модель, яка передбачає щорічне коригування розміру удобрювального потенціалу за балансом NPK.

Для розрахунків використано відповідну методичну, довідкову та нормативну інформацію [2, 9, 13]. За базу прогнозування обсягів надходження та витрат (витрат) поживних речовин взято методику [9] з уточненням окремих усереднених нормативів з урахуванням результатів відповідних досліджень. Зокрема, обсяги надходження симбіотичного азоту взято за даними [5], привхідну частину доповнено надходженням азоту від асоціативної (несимбіотичної) азотфіксації за даними [1] тощо. Крім того, щодо всієї кількості побічної продукції передбачено визначення обсягів вносу та повернення поживних речовин, що є важливим для прогнозування удобрювального потенціалу наступних у сівозміні культур на рівні господарства, на відміну від розрахунку балансу NPK на регіональному рівні [9], де враховують побічну продукцію лише 5-ти культур, яку відчують для потреб тваринництва.

Як обов'язкову складову технологій органічного землеробства нами передбачено використання біологічних препаратів для передпосівної бактеризації посівного матеріалу всіх основних і проміжних культур. Вплив цього заходу на розмір удобрювального

потенціалу взято за усередненими багаторічними даними досліджень ІСМАВ НААН [6]. Також передбачено вирощування сидератів після всіх основних культур (за винятком конюшини та попередників озимих), а не лише після ранніх зернових, як це нині прийнято. На думку автора, це цілком можливо для природно-кліматичних умов Полісся, проте потребує від суб'єктів господарювання додаткових управлінських, технічних і фінансових зусиль щодо вчасного та якісного проведення відповідних технологічних операцій і є вартим того з огляду на результати.

Результати досліджень. У загальному вигляді алгоритм прогнозування розміру удобрювального потенціалу на прикладі однієї з розроблених нами моделей органічних сівозмін Полісся (1 — конюшина на насіння; 2 — жито озиме, люпин сидеральний; 3 — просо, редька сидеральна; 4 — картопля, жито сидеральне; 5 — пшениця яра з підсівом конюшини) наведено в табл. 1.

Слід зазначити, що окремі складові досліджуваного удобрювального потенціалу розраховані за наявними або розробленими нами методиками. Так, наявність елементів живлення в ґрунті взято за усередненими даними і враховано як стартовий розмір у 1-й рік освоєння сівозміни. У наступні роки вміст азоту (з огляду на його динамічність і нестабільність) у ґрунті прогнозували як надходження від мінералізації гумусу під певною культурою (розраховано за [3]). Уміст фосфору та калію з урахуванням невисоких показників, прийнято як стабільний, тобто він щороку повністю поновлюється, а незначний його дефіцит у деяких моделях сівозмін унаслідок вирощування сільськогосподарських культур є цілком допустимим для збереження екологічної рівноваги агроценозу [8]. Надходження азоту від симбіотичної азотфіксації для бобових культур враховано не в складі джерел надходження, а зменшенням вносу з урожаєм, що є результатом певної самозабезпеченості за нормативами [4].

Оскільки рівні врожайності основних сільськогосподарських культур розраховано за критичним фактором, яким за прийнятих систем удобрення та методик є певний елемент живлення, то відповідно інші два залишаються в надлишку. При цьому зазначений надлишок (залишок від попередника) включено до удобрювального потенціалу наступної культури лише за відсутності часового розриву між нею і попередником (конюшина,

**1. Розмір та структура удобрювального потенціалу по сівозміні із розрахунку на 1 га сіво-
змінної площі**

Стаття надходження	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	кг	%	кг	%	кг	%
<i>За загальним умістом</i>						
Природний уміст у ґрунті	82,36	40,2	378,00	95,1	224,00	70,9
Надійде з атмосферними опадами	8,07	3,9	0,12	0,0	8,20	2,6
Наявність у насінні	3,66	1,8	1,22	0,3	3,63	1,2
Асоціативна азотфіксація	20,00	9,7	0,00	0,0	0,00	0,0
Залишок від попередника	2,40	1,2	0,00	0,0	6,60	2,1
Гній	0	0	0	0	0	0
Побічна продукція	35,64	17,5	9,37	2,4	52,07	16,5
Сидерати	31,63	15,5	8,92	2,2	21,26	6,7
Азот решток бобових	20,92	10,2	0,00	0,0	0,00	0,0
Усього	205,32	100,0	397,64	100,0	315,76	100,0
<i>За доступним умістом</i>						
За рахунок природного вмісту в ґрунті	18,50	17,7	22,68	52,4	35,84	33,3
З атмосферних опадів	5,57	5,3	0,03	0,1	5,58	5,2
З насіння	1,57	1,5	0,86	2,0	0,91	0,8
Від асоціативної азотфіксації	10,00	9,6	0,00	0,0	0,00	0,0
Із залишку від попередника	0,94	0,9	0,00	0,0	1,05	1,0
З гною	0	0	0	0	0	0
З побічної продукції	16,15	15,4	4,89	11,3	29,17	27,1
Із сидератів	25,35	24,2	8,77	20,2	19,94	18,6
Із азоту решток бобових	11,65	11,1	0,00	0,0	0,00	0,0
За рахунок дії біопрепаратів	14,90	14,2	6,09	14,1	15,00	14,0
Усього	104,64	100,0	43,32	100,0	107,48	100,0

озими). В усіх інших випадках цей залишок є втраченим (промивання тощо) або ж спожитим проміжною культурою.

Коефіцієнти засвоєння сільськогосподарськими культурами поживних речовин із ґрунту взято за даними [2], з атмосферних опадів — на рівні мінеральних добрив і розраховано за даними [1], із насіння — на рівні усереднених даних по гною, доступність азоту від несимбіотичної азотфіксації — за даними [1], за роками дії із гною (4 роки), побічної продукції (4 роки), сидератів (3 роки) та азоту решток бобових (3 роки) — за нашими попередніми дослідженнями [12]. Доступність елементів живлення із залишку від попередника усереднено за іншими джерелами.

Щодо структури удобрювального потенціалу цієї сівозміни (табл. 1) слід зазначити, що за наявним умістом елементів живлення вона формується переважно за рахунок природних ґрунтових запасів, на 2-му місці — побічна продукція, на 3-му — з незначним відставанням по азоту і фосфору та істотним по калію — сидерати. Щодо структури за

доступним умістом, то з урахуванням коефіцієнтів засвоєння питома вага природних ґрунтових запасів зменшується, при цьому за фосфором і калієм зберігається провідна роль. Водночас питома вага побічної продукції та сидератів за більшістю показників зростає, причому сидерати випереджають побічну продукцію за кількістю доступного азоту та фосфору. Помітну роль (4-те місце за всіма показниками) у формуванні доступного удобрювального потенціалу відіграють біологічні препарати, застосування яких у технологіях вирощування сільськогосподарських культур сприяє підвищенню ступеня засвоєння елементів живлення з усіх джерел.

Дані в табл. 1 наведено на прикладі 5-го року I ротації сівозміни, коли розмір удобрювального потенціалу вже стабілізувався. При цьому доцільно розглянути динаміку розмірів удобрювального потенціалу (табл. 2). Тут числові дані наведено за продуктивним умістом, тобто та частина елементів живлення, що може бути засвоєна рослиною й математично розрахована як різниця між

2. Динаміка розмірів удобрювального потенціалу за продуктивним умістом із розрахунку на 1 га сівозмінної площі, кг

Елемент живлення	За роками									
	освоєння					I ротація				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	69	53	61	68	69	69	70	70	70	70
P ₂ O ₅	27	35	39	42	43	43	43	43	43	43
K ₂ O	48	80	91	99	104	105	106	107	107	107
NPK	144	168	191	209	216	217	219	220	220	220

3. Розміри удобрювального потенціалу, кг на 1 га сівозмінної площі

Вид удобрення	Модель № 1			Модель № 2			Модель № 3		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Загальна наявність	205	398	316	206	399	313	203	400	335
У доступній формі	105	43	107	99	42	88	109	45	108
Може бути засвоєно	70	43	107	68	42	87	66	45	106

доступним умістом і втратами від промивання та іммобілізації азоту побічною продукцією попередника.

Упродовж кількох років відбувається формування удобрювального потенціалу сівозміни з коливанням кількісних параметрів.

Розміри удобрювального потенціалу (після його стабілізації) стосовно 3-х досліджуваних форм (за наявним, доступним і продуктивним умістами) на прикладі моделі № 1 та інших розроблених моделей сівозмін наведено в табл. 3. Модель № 2: 1 — конюшина на насіння; 2 — пшениця озима, редька сидеральна; 3 — соя, жито озиме сидеральне; 4 — гречка, редька сидеральна; 5 — ячмінь з підсівом конюшини. Модель № 3: 1 — конюшина на насіння; 2 — жито озиме, редька сидеральна; 3 — кукурудза на зерно, жито озиме сидеральне; 4 — горох; 5 — пшениця озима, редька сидеральна; 6 — овес із підсівом конюшини. Розглядаються моделі

сівозмін господарств рослинницького напрямку з метою усунення регуляторного впливу тваринництва. Усі моделі розроблено за екологічним критерієм — забезпеченням позитивного балансу гумусу.

У досліджуваних моделях органічних сівозмін за наявності окремих відмінностей спостерігаються і певні закономірності щодо кількісних параметрів їх удобрювальних потенціалів (табл. 3).

Отже, за умов органічного виробництва і побудови сівозмін за екологічними критеріями з часом цілком реальним є формування відносно замкненого екологічно стабільного агроценозу з відповідним удобрювальним потенціалом, який дає можливість досягти цілком прийнятної рівня продуктивності. Зазначене стає можливим завдяки активізації природних процесів, які, за даними [14], мають місце в усіх агроєкосистемах, але ступінь їх вияву залежить від антропогенного навантаження.

Висновки

Наведена методика дає змогу теоретично прогнозувати рівні удобрювального потенціалу сільськогосподарських культур у сівозмінах органічного виробництва. Результати апробації методики на прикладі розроблених моделей сівозмін господарств для умов Полісся свідчать про те, що за

умов органічного виробництва і побудови сівозмін за екологічними критеріями з часом може сформуватися відносно замкнений екологічно стабільний агроценоз з відповідним удобрювальним потенціалом, який дає можливість досягти цілком прийнятної рівня продуктивності.

Бібліографія

1. *Біологічний азот*/В.П. Патики, С.Я. Коць, В.В. Волкогон та ін.; за ред. В.П. Патики. — К.: Світ, 2003. — 424 с.
2. *Довідник по удобренню сільськогосподарських культур*; за ред. П.О. Дмитренка, М.К. Крупського, І.Г. Демиденка. — 3-е вид., перероб. і доп. — К.: Урожай, 1975. — 344 с.
3. *Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті*/О.О. Бацула, Є.А. Головачов, Р.Г. Дерев'яно та ін.; за ред. О.О. Бацули. — К.: Урожай, 1987. — 128 с.
4. *Завалин А.А.* Роль бобового предшественника в питанні зернових культур и повышении плодородия Предкавказского выщелоченного чернозема/ А.А. Завалин, М.В. Кашуков//Агрехимия. — 1998. — № 12. — С. 20–23.
5. *Кожемяков А.П.* Продуктивность азотфиксации в агроценозах/А.П. Кожемяков//Мікробіолог. журн. — 1997. — 59, № 4. — С. 22–26.
6. *Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур*/В.В. Волкогон, А.С. Заришняк, І.В. Гриник та ін. — К.: Аграр. наука, 2011. — 156 с.
7. *Модель системи екологічного землеробства в Лісостепу України (Методичні рекомендації для впровадження у виробництво)*. — К.: Аграр. освіта, 2008. — 37 с.
8. *Прянишников Д.Н.* Избранные сочинения/ Д.Н. Прянишников. — М.: Изд-во с.-х. лит-ры, 1963. — Т. 1. Агрехимия. — 692 с.
9. *Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління*/С.А. Балюк, В.О. Греков, М.В. Лісовий, А.В. Комариста. — Х.: КП «Міська друкарня», 2011. — 30 с.
10. *Танчик С.П.* Розвиток органічного землеробства в Україні/С.П. Танчик, О.А. Цюк, С.О. В'ялий// Вісн. аграр. науки. — 2009. — № 1. — С. 11–15.
11. *Шувар І.А.* Наукові основи інтенсивно-екологічного землеробства/І.А. Шувар. — Львів: Каменяр, 1998. — 224 с.
12. *Халеп Ю.М.* Коефіцієнти використання та собівартість удобрювального потенціалу органічних добрив на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся/ Ю.М. Халеп, Н.І. Горбаченко//Аграр. вісн. Півдня. Сільськогосподарські науки. — Одеса: Ін-т с.-г. Причорномор'я НААН, 2014. — Вип. 1. — С. 50–55.
13. *Sims J.T.* Soil fertility evaluation/J.T. Sims// Handbook of soil science; ed. M.E. Summer. — CRC PRESS, 2000. — P. 113–153.
14. *Stinner B.R.* The role of ecology in low input, sustainable agriculture/B.R. Stinner, G.J. House// American Journal of Alternative Agriculture. — 1988. — № 2. — P. 145–147.

Надійшла 17.12.2014.