



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.811

© 2017

*Б.С. Носко,
академік НААН,
доктор сільсько-
господарських наук*

*Національний
науковий центр
«Інститут
грунтознавства
та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»*

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ФОСФОРУ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ І ШЛЯХИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Мета. Визначити основні закономірності трансформації фосфатного фонду ґрунтів у сучасних умовах землеробства.

Методи. Узагальнення результатів багаторічних (1969–2013 рр.) досліджень у польових дослідах на чорноземах типових і опідзолених, а також опублікованих матеріалів лабораторії методичного керівництва агрохімслужбою (нині відділ агрохімії). **Результати.** Обґрунтовано закономірності динаміки різних форм ґрунтових фосфатів (валової, органічної, рухомих форм, фракційного складу) залежно від доз і способів застосування органічних та мінеральних добрив, балансу фосфору в сівозміні. Виявлено особливості накопичення залишкових форм фосфатів та їх вплив на формування агрогенного профілю ґрунтів і їх родючість. **Висновки.** Визначено динаміку балансу фосфору в землеробстві України та його тісний зв'язок з умістом рухомого фосфору в орному шарі ґрунтів, накопичення залишкових фосфатів з 1970 до 1990 р. Для поліпшення дефіцитного балансу фосфору, який спостерігався в 1995–2015 рр., рекомендується використовувати місцеві сировинні ресурси: фосфоритне борошно, торф, сапропель, сидерати, рослинні залишки сільськогосподарських культур та впроваджувати такі агротехнічні заходи, як локальне внесення добрив і вапнування кислих ґрунтів.

Ключові слова: фосфор, баланс фосфору, залишкові фосфати, родючість ґрунту.

Проблема фосфору в землеробстві багатьох країн світу постійно загострюється у зв'язку з недостатнім рівнем забезпеченості ґрунтів його доступними для рослин сполуками та необхідністю постійно використовувати фосфорні добрива для зниження

дефіцитного балансу.

На відміну від вуглецю, кисню, азоту та сірки, біогеохімія фосфору практично повністю пов'язана з живою речовиною [1], тобто фосфор є абсолютною біофільним елементом, і його вміст у ґрунтах залежить від кількості

органічних речовин. Валовий уміст фосфору в гумусному профілі — результат його біологічного переносу з ґрунтової породи, яка має неоднакову кількість цього елемента залежно від мінералогічного складу.

Запаси валового фосфору в метровому шарі ґрунтів України становлять від 2,5–3,8 т/га у дерново-підзолистих супіщаних і піщаних ґрунтах Полісся до 20–23 т/га у чорноземах типових важкосуглинкових і чорноземах звичайних легкоглинистих Лісостепу і Степу.

Фосфатний режим ґрунтів перебуває в тісній залежності від інтенсивності його сільськогосподарського використання, яка зумовлює негативні і позитивні наслідки.

Мета досліджень — встановити основні закономірності трансформації фосфатного фонду ґрунтів під впливом найважливіших факторів, характерних для сучасного землеробства, та обґрунтувати заходи його оптимізації, зокрема баланс фосфору, динаміку вмісту в ґрунтах рухомих фосфатів, вплив добрив на вміст і ступінь рухомості фосфатів, накопичення залишкових фосфатів та визначити ролі агротехнічних, біологічних і хімічних заходів у підвищенні вмісту в ґрунтах засвоєваних рослинами форм фосфатів.

Методика досліджень. Проведено багаторічні (1969–2013 рр.) дослідження в польових дослідах на чорноземах типових і опідзолених важкосуглинкових на території ДПДГ «Граківське» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» та узагальнено опубліковані матеріали лабораторії методичного керівництва агрохімслужбою (нині відділ агрохімії).

Результати досліджень. Головним джерелом фосфатного живлення рослин є

найбільш рухомі фосфати ґрунтового розчину, але їх кількість у ґрунтах різних типів не завжди повною мірою забезпечує потреби рослин у цьому елементі, особливо це спостерігається на дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах Полісся, де висока ефективність фосфорних добрив. Водночас застосування органічних і мінеральних добрив у період 60-х років минулого століття в землеробстві України (за 1966–1970 рр.) було вкрай низьким: у середньому на 1 га орних земель вносили 49 кг/га д.р., зокрема 14 кг/га P_2O_5 . На фоні невисоких норм застосування гною (близько 4 т/га) внесені в ґрунти добрива не забезпечували повною мірою повернення фосфору, який відчувувався з урожаєм, тобто загалом складався від'ємний баланс фосфору в землеробстві. У 1971–1975 рр. у зв'язку з інтенсивним розвитком хімізації баланс фосфору в зонах Полісся і Лісостепу стає додатним: щороку перевищення надходження фосфору становить відповідно 11,7 і 7,3 кг P_2O_5 на 1 га ріллі, і лише в зоні Степу він залишається від'ємним — 2 кг/га (табл. 1).

У наступні п'ятирічки, включаючи 1986–1990 рр., додатний баланс фосфору зростає в усіх природних зонах. Перевищення надходження фосфору з органічними і мінеральними добривами за 20 років (1971–1990 рр.) досягає 352,5 кг/га на Поліссі, 267 — у Лісостепу і 199,5 кг/га — у зоні Степу, а загалом у землеробстві України позитивний баланс фосфору досягнув 248 кг/га.

Систематичний моніторинг, проведений державною агрохімічною службою, засвідчив наявність позитивної динаміки вмісту рухомих

1. Динаміка загального балансу фосфору в землеробстві України (P_2O_5), кг/га

Природна зона	1971–1975 рр.			1976–1980 рр.			1981–1985 рр.			1986–1990 рр.			Загальне перевищення надходження за 20 років (1971–1990 рр.)
	надходження	винос	баланс	надходження	винос	баланс	надходження	винос	баланс	надходження	винос	баланс	
Полісся	35,5	23,8	11,7	42,4	26,8	15,6	48,8	26,5	18,3	56,1	31,2	24,9	352,5
Лісостеп	35,0	27,7	7,3	43,2	31,2	12,0	44,4	30,0	14,4	54,5	34,8	19,7	267,0
Степ	22,8	24,8	-2,0	34,6	28,0	6,6	40,4	26,2	14,2	49,8	29,9	19,9	199,5
По Україні	29,4	25,5	3,9	39,1	29,0	10,1	42,7	27,7	15,0	52,5	31,9	20,6	248,0

2. Динаміка вмісту рухомих форм фосфору в ґрунтах за результатами 5-ти турів агрохімічного обстеження [2]

Тур обстеження	Обстежена площа орних земель, тис. га	Уміст P_2O_5 , % від обстеженої площі груп ґрунтів				Середньо-зважений уміст P_2O_5 , мг/100 г ґрунту
		низький	середній	підвищений	високий	
<i>Полісся</i>						
I	4892,8	59,2	26,1	10,1	4,5	6,3
V	4431,7	18,6	31,5	25,2	24,7	11,8
<i>Лісостеп</i>						
I	11058,3	22,3	52,1	20,5	5,1	8,1
V	11072,9	9,9	40,6	32,9	16,6	10,6
<i>Степ</i>						
I	14989,9	33,5	53,1	11,3	2,1	6,7
V	13872,1	7,5	48,4	29,5	14,6	10,1
<i>По Україні</i>						
I	30938,0	33,6	48,5	14,4	3,5	7,1
V	29376,7	10,0	42,39	30,1	17,0	10,6

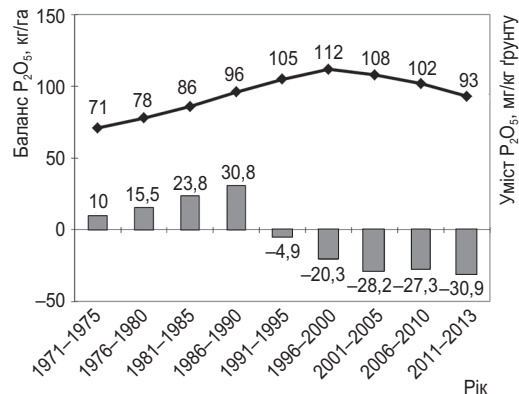
фосфатів у всіх природних зонах (табл. 2). Під впливом значного перевищення надходження фосфатів над їх виносом з урожаєм культур середньозважений уміст рухомого фосфору зріс (порівняно з першим туром обстеження — 1964–1970 рр.) на Поліссі з 6,3 до 11,8 мг P_2O_5 /100 г ґрунту, у Лісостепу — відповідно з 8,1 до 10,6, у Степу — з 6,7 до 10,1 мг P_2O_5 /100 г ґрунту. У середньому в Україні на площі близько 30–31 млн га середньозважений уміст рухомого фосфору збільшився з 7,1 до 10,6 мг/100 г ґрунту.

За попередніми розрахунками, у результаті 20-річного додатного балансу фосфору в ґрунтах (переважно в орному шарі) накопичилося від 300 до 500 кг P_2O_5 на 1 га так званих залишкових фосфатів. З 1991–1995 рр. в Україні різко зменшилися (у рази!) обсяги застосування органічних і мінеральних добрив. Землеробство знову повернулося до умов дефіцитного балансу фосфору (у 2015 р. він становив 12,3 кг P_2O_5 на 1 га [3], визначився низхідний тренд умісту рухомих фосфатів (рисунок).

За даними [4] за результатами 9-го туру обстеження земель (2006–2010 рр.), понад 53% ґрунтів характеризуються низьким і середнім умістом P_2O_5 , тобто менше 10 мг/100 г ґрунту, що не відповідає потребам більшості польових культур для забезпечення рухомими формами фосфатів.

Для одержання високого рівня врожайності потрібно обов'язково вносити мінеральні фосфорні добрива.

Проведені дослідження засвідчили, що внесені в ґрунт фосфати добрив дуже швидко поглинаються твердою фазою, тобто фактично переходять у форми фосфатів, характерних для цього типу ґрунту. Водночас залишкові фосфати відрізняються від природних форм значно більшою рухомістю і доступністю для живлення рослин.



Динаміка загального балансу фосфору і середньозваженого вмісту P_2O_5 у ґрунтах у землеробстві України: ■ — баланс фосфору (середньорічне за 5 років); ◆ — уміст фосфору в ґрунті (на кінець 5-річного циклу)

3. Післядія мінеральних добрив на структуру фосфатного фонду чорнозему типового важкоуглиникового

Глибина, см	Уміст P ₂ O ₅ , мг/100 г ґрунту								Сума активних фосфатів	Ступінь рухомості P ₂ O ₅ , мг/л
	валовий	органічний	рухомий за		фракційний склад					
			Чирковим	Олсеном	пухков'язані	Al-P	Fe-P	Ca-P		
<i>Переліг, більше 75 років</i>										
0–20	125,0	62,2	5,0	1,6	0,13	8,7	12,9	13,4	35,1	0,06
20–40	113,4	60,0	4,7	1,1	0,07	6,1	7,0	13,1	26,2	0,03
40–60	107,7	49,1	Карбонати	0,76	0,06	5,6	3,7	15,1	24,4	0,03
60–80	103,9	Не визначено	»	0,69	–	–	–	–	–	0,03
80–100	99,8	»	»	0,63	–	–	–	–	–	0,04
<i>Контроль (оранка без добрив, 30 років)</i>										
0–20	112,0	38,8	4,7	1,3	0,19	5,6	6,0	11,9	23,7	0,04
20–40	105,0	37,5	4,6	1,2	0,15	4,8	5,0	12,8	22,7	0,03
40–60	96,3	33,1	Карбонати	0,11	0,12	4,4	4,5	15,7	24,8	0,03
60–80	92,3	32,2	»	1,03	–	–	–	–	–	0,04
80–100	90,6	29,1	»	0,88	–	–	–	–	–	0,03
<i>Гній, 140 т/га (фон)</i>										
0–20	117,1	45,5	5,4	2,0	0,31	6,8	8,4	12,1	27,5	0,04
20–40	109,3	40,6	5,3	1,2	0,12	5,3	6,9	11,7	24,0	0,03
40–60	108,4	40,6	Карбонати	1,09	0,13	5,1	6,3	13,6	25,2	0,02
60–80	99,0	Не визначено	»	1,00	–	–	–	–	–	0,02
80–100	98,8	»	»	0,88	–	–	–	–	–	0,02
<i>Фон + P₁₈₀₀ (у запас)</i>										
0–20	148,2	55,1	11,7	4,8	0,26	15,2	12,2	19,2	46,9	0,3
20–40	129,3	54,5	10,7	3,8	0,14	11,1	11,6	17,0	39,9	0,2
40–60	114,2	48,1	Карбонати	1,58	0,04	7,0	4,1	16,3	27,4	0,05
60–80	106,2	Не визначено	»	1,38	–	–	–	–	–	0,05
80–100	103,5	»	»	1,21	–	–	–	–	–	0,04
<i>Фон + P₁₈₀₀ + 2N₂P₂K</i>										
0–20	159,4	Не визначено	17,3	10,1	1,25	32,2	18,5	20,5	72,5	0,7
20–40	134,6	»	13,6	7,1	0,65	21,9	13,0	18,8	54,4	0,2
40–60	115,9	»	Карбонати	5,31	0,17	10,6	5,6	16,0	32,4	0,2
60–80	101,2	»	»	1,59	–	–	–	–	–	0,2
80–100	94,3	»	»	1,45	–	–	–	–	–	0,04

Доступною або біодоступною поживною речовиною є наявна в пулі йонів у ґрунті речовина, яка може переміщуватися до коренів рослин під час їх росту, якщо корінь перебуває досить близько. Середня відстань, на яку фосфор переміщується в результаті дифузії в ґрунті з високим його вмістом, за даними [5, 6] становить залежно

від гранулометричного складу і ступеня вологості 0,9–2 мм.

Адсорбований фосфат, який швидко врівноважується між твердою і рідкою фазами впродовж 24–48 год, умовно називають *рухомим фосфатом*; фосфат, що врівноважується повільніше — *нерухомим фосфором*. Дослідженнями встановлено,

що в поглинанні (сорбції) фосфатів із ґрунтового розчину визначається 4 етапи, за швидкістю яких виділяється чорнозем, в якому за 6 діб поглинається близько 80% унесених фосфатів. У подальшому процес поглинання відбувається значно повільніше [7]. Під час поглинання фосфору з розчину рівновага порушується, і рухомий фосфат швидко переходить у розчин. При цьому порушується рівновага між рухомими й нерухомими формами, унаслідок чого відбувається дуже повільний перехід фосфату з нерухомого пулу в рухомий.

За прогнозування ефективності фосфорних добрив за даними хімічного аналізу ґрунтів слід враховувати ефект післядії залишкових фосфатів і його тривалість у часі. Він визначатиметься швидкістю переходу залишкових фосфатів у нерозчинні сполуки та співвідношенням між рухомими фосфатами (фактор ємності) і ступенем їх рухомості (фактор інтенсивності).

У чорноземі типовому важкосуглинковому (дослід на території ДПДГ «Граківське») у контрольному варіанті після 30-ти років систематичної оранки в орному шарі найінтенсивніші зміни спостерігаються у вмісті органічних фосфатів, кількість яких зменшується з 62,2 до 38,8 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту, що зумовлено, головним чином, мінералізацією гумусу та зменшенням суми активних фосфатів з 35,1 до 23,7 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту відповідно (табл. 3). Слід наголосити на практично незмінному (у межах допустимих норм похибки під час аналізу) вмісті рухомих фосфатів (за Чиріковим і Олсеном) в контрольному варіанті, що свідчить про високу буферність чорнозему і його здатність тривалий період підтримувати ці показники в зрівноваженому стані попри від'ємний баланс фосфору, який досягає 800 кг P_2O_5 на 1 га за 30 років сільськогосподарського використання чорнозему.

Найвагоміший вклад у формування агрогенного профілю чорноземів на фоні розімкненого кругообігу фосфору вносять органічні і мінеральні добрива, під впливом яких повністю перетворюється структура фосфатного фонду. За внесення 140 т/га гною у III–V ротаціях сівозміни (близько 8 т/га у середньому) встановлено збільшення вмісту в орному шарі валового та

органічного фосфору і фракції пухкозв'язаних фосфатів (з 0,19 на контролі до 0,31 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту на фоні гною). Такі зміни свідчать про післядію органічних добрив, оскільки останню норму було внесено за 12 років до відбору зразків ґрунту.

На фоні запасного внесення P_{1800} за додатного балансу фосфору на 26-й рік післядії (за 6 ротацій) практично всі показники фосфатного фонду значно перевищили відповідні дані перелогу (розміщений поряд із дослідними ділянками), за винятком органічних фосфатів. В орному шарі валовий уміст фосфору зріс на 18%, рухомих форм — у 2–3 рази, сума активних фосфатів і Al–P, які є найближчим резервом для живлення рослин, — на 78%, ступінь рухомості збільшився у 5 разів. Істотніше змінилася структура фосфатного фонду щодо контрольного варіанта.

Зміни фосфатного фонду чорнозему типового важкосуглинкового спостерігаються в профілі ґрунту до 60 см і навіть глибше. Так, скажімо, уміст рухомих фосфатів, визначених у сольовій витяжці за методом Олсена, підвищується порівняно з контрольним варіантом на глибині 80–100 см з 0,63 до 1,21 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту, тобто майже вдвічі.

Отже, на фоні запасного внесення P_{1800} на 26-й рік післядії створюється агрогенний окультурений фосфатний профіль, головними знаковими особливостями якого є підвищення рівня вмісту рухомих форм фосфатів і найдоступніших для рослин їхніх фракцій.

Тривалість післядії добрив (варіант фон+ + P_{1800}) перевищує 25 років, що свідчить про досить повільний темп кристалізації залишкових фосфатів добрив, які під час взаємодії з ґрунтом здатні впродовж тривалого часу зберігати квазізрівноважене співвідношення всіх форм ґрунтових фосфатів на фоні поступового насичення фосфатної ємності і надходження збагачених фосфором рослинних залишків.

Накопичення в ґрунтах залишкових фосфатів підвищує ефективну родючість. За нашими даними, урожайність збільшується на 1–2 ц/га з. од. з підвищенням вмісту залишкових фосфатів на 1 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту за однакових агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур. Загальною характерною для всіх ґрунтів ознакою є варіювання,

згладжування їх генетичних особливостей, що позитивно впливає на продуктивність ґрунтів із підвищеним фосфатним рівнем. Про це свідчить так звана ефективність ґрунтового запасу ($E_{гз}$) розчинних фосфатів (табл. 4). Розраховують її за такою формулою:

$$E_{гз} = \frac{\text{Урожайність зерна, ц / га}}{\text{Вміст } P_2O_5, \text{ мг / 100 г ґрунту}}$$

Ефективність ґрунтового запасу фосфатів на природному фоні ґрунтів значно варіює попри відносно невеликі відхилення за вмістом фосфатів, що зумовлено їх генетичними властивостями. На удобрених фонах (з еквівалентним, але значно більшим запасом розчинного фосфору) показники окупності ґрунтових фосфатів урожаєм досить близькі. У цьому разі відмінності ґрунтів за продуктивністю згладжуються під впливом залишкових фосфатів добрив.

Отже, згідно з наведеними даними, фосфатний рівень ґрунтів впливає на ефективну родючість ґрунтів. Установлено тісний зв'язок між накопиченням у ґрунтах залишкових фосфатів добрив і врожаєм сільськогосподарських культур, який чітко виражений на всіх типах ґрунтів і, особливо, на чорноземах. Це пов'язано з кращим співвідношенням у них рухомих форм фосфору та азоту. Тому проблема регулювання фосфатного режиму ґрунтів з метою створення оптимального фосфатного рівня відіграє особливу роль під час вирішення питань щодо підвищення ефективної родючості ґрунтів.

Головними напрямками розв'язання назрілих проблем фосфору в землеробстві України є передусім регулювання доз унесення фосфорних добрив залежно від їх окупності на ґрунтах із різним запасом залишкових фосфатів і біологічних особливостей культур, їх здатності до поглинання фосфатів ґрунту та добрив. Іншим

напрямом є використання місцевих ресурсів для поліпшення фосфатного режиму ґрунтів, особливо на фоні постійно зростаючих цін на промислові добрива і мізерних кількостей унесення гною в зв'язку з різким зменшенням поголів'я всіх видів тварин (за винятком вузькоспеціалізованих комплексів).

До місцевих сировинних ресурсів, які можна використовувати для поліпшення балансу фосфору в землеробстві, належать: фосфоритне борошно з покладів фосфоритів і апатитів, гній різних видів тварин, сидерати, післяжнивні й кореневі рештки, торф, сапропелі та різні відходи промислових підприємств з переробки сільськогосподарської продукції.

Найбільш науково обґрунтованим є застосування фосфоритного борошна з місцевих покладів фосфоритів, які розміщуються практично в усіх природно-кліматичних зонах України. Багаторічними дослідженнями багатьох наукових установ НААН встановлено ефективність використання фосфоритного борошна, підготовлено й видано практичні рекомендації [8]. Обґрунтовано доцільність застосування фосфоритного борошна на переважаючих типах ґрунтів Полісся (крім дерново-карбонатних) та Правобережного й Лівобережного Лісостепу на ґрунтах з рН менше 5,5 од., зокрема на вилугуваних чорноземах.

Окупність приростом урожаю фосфоритного борошна (з урахуванням післядії) на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся становить близько 90–100% порівняно із суперфосфатом, слабоопідзолених ґрунтах і чорноземах типових — 80–90%. Практично в разі застосування підвищених доз фосфоритного борошна (180–240 кг P_2O_5 на 1 га) на 3–4-й рік його післядія вирівнюється з такою самою дозою суперфосфату.

На дерново-підзолистих ґрунтах легкого

4. Ефективність ґрунтового запасу розчинних фосфатів, ц/мг P_2O_5 на 100 г ґрунту

Агрохімічний фон	Вміст P_2O_5 , мг/100 г ґрунту	Ефективність ґрунтового запасу фосфатів				
		сірий лісовий ґрунт	чорнозем опідзолений	чорнозем типовий (Вінницька обл.)	чорнозем типовий (Харківська обл.)	чорнозем звичайний
Природний	3,9–6,5	5,2	12,1	5,7	9,3	4,8
Удобрений	13,0–16,0	2,8	3,4	2,6	3,1	2,9

гранулометричного складу на Поліссі важливим джерелом поповнення запасів фосфору є сидерати. За даними [9], з різними сидератами в ґрунт надходить фосфору із заорюванням бобових (люпину) 40–60 кг/га, злакових — 30–50, капустяних (хрестоцвітних) — 40–45 кг/га.

Під час вирощування сільськогосподарських культур застосування інтенсивних технологій, за яких передбачається збирання основної продукції з одночасним подрібненням і рівномірним розподілом по полю побічної продукції (соломи озимих, стебел кукурудзи і соняшнику), забезпечує повернення в малий кругообіг значної кількості поживних речовин, зокрема фосфору.

Проведені в ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» дослідження [10] свідчать про те, що в середньому щороку за 2011–2013 рр. за фактичних урожаїв надходження фосфору при заорюванні побічної продукції — соломи озимих і ярих культур становить 8–12 кг P_2O_5 на 1 га, кукурудзи на зерно — 15, соняшнику — 17, ріпаку — 5 кг P_2O_5 на 1 га посіву.

Крім цього, встановлено істотне поліпшення балансу фосфору дерново-підзолистих, піщаних і супіщаних ґрунтів за використання компостів у складі сапропелю, торфу з рідким гноєм і пташиним послідом. За даними [11], уміст рухомого фосфору у варіантах із компостом сапропелю і гноєм зростає на 4–5 мг $P_2O_5/100$ г ґрунту.

Підвищити забезпеченість рослин фосфором можна не лише додатковим унесенням різних фосфоровмісних джерел. На ґрунтах із підвищеною кислотністю ґрунтового розчину на поведінку ґрунтових фосфатів істотно впливає вапнування. Підвищення засвоєності рослинами фосфору за вапнування зумовлено інтенсифікацією біологічних процесів мінералізації органічних речовин ґрунту в зв'язку з підвищенням рН і утворенням відповідних мінеральних сполук, зокрема доступних для живлення рослин фосфатів кальцію. Опосередковано про це свідчать дані агрохімічного обстеження ґрунтів за 1961–1990 рр., згідно з якими накопичення форм фосфору в дерново-підзолистих ґрунтах Полісся значно випереджає відповідні показники в інших ґрунтово-кліматичних зонах (див. табл. 2), що зумовлено, крім унесення добрив, періодичним (раз на 5 років) вапнуванням ґрунтів. За даними досліджень, загальна сума мінеральних фосфатів із застосуванням фосфорних добрив на невапнованому фоні зростає на 6%, на фоні вапнування — на 29%.

Важливим агротехнічним заходом, який сприяє ефективнішому використанню фосфору з ґрунту і добрив є впровадження локального способу їх унесення. За даними [12], коефіцієнт використання фосфору за локального внесення за ротацію сівозміни становить 16,9%, за розкидного застосування — 10,6%.

Висновки

Запаси валового фосфору в орному шарі ґрунтів України визначаються їх генетичними особливостями і становлять від 2,5–3,8 т/га у дерново-підзолистих супіщаних і піщаних ґрунтах Полісся до 20–23 т/га у чорноземах типових важкосуглинкових та чорноземах звичайних легкоглинистих Лісостепу і Степу.

За інтенсивної хімізації (1971–1990 рр.) у землеробстві склався додатний баланс фосфору: перевищення надходження фосфору з органічними і мінеральними добривами над виносом становило 352 кг/га на Поліссі, 267 кг — у Лісостепу, 200 кг — у зоні Степу, а загалом у землеробстві додатний баланс фосфору досягнув 248 кг P_2O_5 на 1 га посівної площі.

Згідно з розрахунками за 20-річний період додатного балансу фосфору в ґрунтах (переважно в орному шарі) накопичилося від 300 до 500 кг/га так званих залишкових фосфатів, які сприяють підвищенню ефективної родючості ґрунтів.

Для поліпшення дефіцитного балансу фосфору в землеробстві слід використовувати місцеві сировинні ресурси, серед яких чільне місце займають поклади фосфоритів, апатитів, торфу, сапропелю, сидерати та рослинні залишки сільськогосподарських культур. Важливо впроваджувати такі агротехнічні заходи, як локальне внесення добрив і вапнування кислих ґрунтів, що значною мірою сприяє ефективнішому використанню фосфатів ґрунту і добрив.

Бібліографія

1. Ковда А.В. Биогеохимия почвенного покрова/А.В. Ковда. — М.: Наука, 1985. — 260 с.
2. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України; за ред. Б.С. Носка, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. — К.: Урожай, 1994. — 332 с.
3. Лісовий М.В. Комп'ютерні програми в агрохімічних дослідженнях/М.В. Лісовий, В.М. Нікощенко//Вісн. аграр. науки. Спецвипуск. — 2016. — С. 73–890.
4. *Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України (за результатами 9-го туру — 2006–2010 роки) агрохімічного обстеження земель.* — К., 2015. — 105 с.
5. Barber S.A. Soil Nutrient Bioavailability. Mechanistic Approach/S.A. Barber. — New York. USA, 1984. — 187 p.
6. Кудеярова А.Ю. Использование показателей фосфатной буферной способности почв для изучения их фосфатного режима и обоснования эффективного применения фосфорных удобрений/А.Ю. Кудеярова//Агрохимия. — 1971. — № 11. — С. 15–21.
7. Носко Б.С. К вопросу о кинетике сорбции фосфатов почвами/Б.С. Носко, И.А. Хоролец // Агрохимия и почвоведение. — К., 1987. — Вып. 50. — С. 3–7.
8. *Наукові основи та практичні рекомендації з використання важкорозчинних форм фосфорних добрив з місцевих родовищ;* за ред. Б.С. Носка. — Х., 2005. — 110 с.
9. Бердніков О.М. Використання місцевих сировинних ресурсів. Сидерати/Шляхи підвищення родючості ґрунтів; за ред. Б.С. Носка. — К.: Аграр. наука, 1999. — 109 с.
10. Балюк С.А. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і шляхи збереження їх родючості/С.А. Балюк, Б.С. Носко, Є.В. Скрильник//Вісн. аграр. науки. — 2016. — № 11. — С. 11–17.
11. Андрощук І.В. Вплив сапропелевих добрив на водно-фізичні властивості дерново-підзолистих ґрунтів, урожай і якість сільськогосподарських культур/І.В. Андрощук, Б.С. Носко//Агрохімія і ґрунтознавство, 1995. — Вып. 57. — С. 42–45.
12. Фатеев А.И. Локальный способ внесения удобрений. Почвенно-агрохимические аспекты/А.И. Фатеев. — Х., 2002. — 160 с.

Надійшла 4.05.2017.