

Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.811.2
© 2010

*Б.С. Носко,
академік УААН*

*В.І. Бабинін,
кандидат сільсько-
господарських наук*

Є.Ю. Гладкіх

Л.М. Бурлакова

*ННЦ «Інститут
грунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського»*

ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ І ТИПІВ ҐРУНТОВИХ ПРОЦЕСІВ НА ФОРМУВАННЯ ФОСФАТНОГО ФОНДУ ҐРУНТІВ

*Узагальнено результати досліджень впливу
головних факторів ґрунтоутворення
(гранулометричного складу, вмісту гумусу),
а також типів ґрунтових процесів на формування
фосфатного фонду ґрунтів, накопичення
і перерозподіл у профілі валового, органічного
та мінеральних форм фосфатів.*

Головна особливість фосфору (одного з найважливіших елементів живлення рослин) — його абсолютне біологічне походження у ґрунтах. Якщо для колообігу С, О, N, H резервним фондом є атмосфера, то для фосфору (P) цей фонд зосереджений у земній корі. Головним джерелом надходження фосфору на поверхні Землі є процеси вивітрювання молодих основних лав і стародавніх лавових покривів. Кількісне співвідношення в земній корі різних мінералів фосфору становить: група апатиту — 95%, амблігоніт, віваніт — 3, монацит — 1, вавелліт, пірофорфіт, трипліт — 0,5%. Отже, апатит магматичних порід — головне джерело фосфору для кори вивітрювання [6].

Безпосередню участь у процесах ґрунтоутворення беруть осадові породи, серед яких переважають піщаники, глинисті сланці і карбонатні породи, вміст фосфору (P_2O_5) у них становить, відповідно, 0,09; 0,17 і 0,07% [15]. До того ж загальна спрямованість геохімічного циклу в бік океану зумовлює поступове збіднення земної поверхні на цей елемент [5].

Початковим етапом деструкції первинних фосфатних мінералів є діяльність мікроорганізмів, які здатні розчиняти природні фосфати, і кількість яких сягає 1—95% загальної кількості ґрунтової мікрофлори [7]. Концентруючи фосфор у своїх тілах, організми зумовлюють його акумуляцію у верхній гумусовій оболонці земної кори. Біогенна акумуляція фосфору є найбільш визначальною ознакою ґрунтоутворювального процесу [2].

Накопичення фосфору у процесі ґрунтоутворення залежить головним чином від 2-х факторів:

умісту фосфору в материнських породах і його перерозподілу в профілі, зумовленого біологічними і ґрунтоутворювальними процесами, а також змінами, пов'язаними з антропогенним впливом.

Методика досліджень. У дослідженнях використано матеріали публікацій з даними про розподіл валового й інших форм фосфатів, а також кількості мулу і гумусу у профілі ґрунтів різного генетичного походження [1]. На основі математичних методів встановлено залежність між цими показниками. Для визначення антропогенного впливу на фосфатний фонд ґрунту використано результати досліджень у польовому стаціонарному досліді, який проводять з 1969 р. на чорноземі типовому на Коротичанському дослідному полі ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського». Методику створення агрохімічних фонів наведено у статтях [8, 10]. Для вивчення післядії добрив ґрунтові зразки відібрано у 2008 р. до глибини 160 см у варіантах з післядією азотних добрив і 100 см — фосфорних і калійних на агрохімічних фонах: 1. Переліг більше 75 років; 2. Абсолютний контроль; 3. Гній 140 т/га (фон) — післядія з 1995 р. — з гноєм у ґрунт внесено $N_{560}P_{280}K_{700}$; 4. Фон+ N_{1800} (запасне внесення, післядія з 1983 р.); 5. Фон+ P_{1800} (запасне внесення, післядія з 1983 р.); 6. Фон + K_{1800} (запасне внесення, післядія з 1983 р.); 7. Фон + $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$ (запасне внесення, післядія з 1983 р.); 8. Фон+ $N_{1800}P_{1800}K_{1800}+N_1P_1K_1$ (одинарна доза систематично під культури сівозміни — максимальні дози, внесено всього (разом із гноєм): $N_{3650}P_{3370}K_{3580}$); 9. Фон+ $P_{1800}+N_2P_2K_2$ (подвійна доза систематично під культури сівозміни — максимальні дози, внесено всьо-

го (разом із гноєм): $N_{3140}P_{4660}K_{2860}$ — післядія з 1990 р.; 10. Фон + $N_1P_1K_1$ (одинарна доза систематично під культуру сівозміни, всього внесено (разом із гноєм): $N_{1850}P_{1570}K_{1780}$) — післядія з 1990 р.; 11. Фон + $N_2P_2K_2$ (подвійна доза систематично під культуру сівозміни, всього внесено (разом із гноєм): $N_{3140}P_{2860}K_{2860}$) — післядія з 1990 р.

Для вивчення післядії добрив на фосфатний фонд чорнозему використано зразки, відібрані у варіантах 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9. У цих зразках визначали вміст валового фосфору, його органічних і рухомих форм відповідно методик: Гінзбург — Лебедевої, Карпінського — Зам'ятіної, Чирикова, Олсена.

Результати досліджень. Накопичення фосфору у процесі ґрунтоутворення залежить головним чином від умісту фосфору в материнських породах і його перерозподілу в профілі ґрунту, зумовленого біологічними і ґрунтоутворювальними процесами.

На переважній площі Лісостепової і Степової зон головними ґрунтоутворювальними породами є лес і лесовидні суглинки. Вони вирізняються високим умістом карбонатів і різним гранулометричним складом, який змінюється від легких до важких суглинкових і важких глинистих відмін у напрямку з північного заходу на південний схід.

У зоні Полісся серед ґрунтоутворювальних порід переважають річкові й воднольодовикові відкладення, головним чином піски, супіски і значно меншою мірою легкі суглинки.

Фосфор в осадових породах накопичується в найбільш дрібнодисперсійній частині. За даними О.Н. Соколовського, у лесі валовий вміст P_2O_5 становить відповідно в частинках $<0,001$ мм — 0,319%, 0,005—0,01 — 0,226 і 0,01—0,25 — 0,112% [13]. Тому його валовий вміст у ґрунтоутворювальних породах коливається від 0,05—0,07% на Поліссі до 0,08—0,1% — у лесовидних суглинках [1].

Узагальнені дані [1, 12] про валовий вміст фосфору в орному шарі ґрунтів різних типів у цілому відповідають закономірностям і залежності від його кількості в материнських породах і головних ґрунтоутворювальних процесів, а також складу рослинного покриву (степове різнотрав'я, ліс та ін.). Він має тісну залежність (коефіцієнт кореляції): від умісту P_2O_5 у мулистих частках материнської породи ($<0,001$ мм), $r=0,9$; умісту фракції $<0,001$ мм — 0,86; фракції $<0,01$ мм — 0,87 та від кількості гумусу в орному шарі — 0,98.

Отже, в основних типах ґрунтів (дерново-підзолистих супіщаних, глинисто-піщаних і легкосуглинкових, ясно-сірих опідзолених легкосуглинкових, темно-сірих і чорноземах опідзолених важкосуглинкових, чорноземах типових і звичайних та південних легкоглинистих і темно-каштанових легкоглинистих) найтісніша залежність умісту валового фосфору в орному шарі від 2-х головних факторів — його кількості в материнських породах та інтенсивності накопичення гумусу в орно-

му шарі ґрунтів. Коефіцієнти накопичення ($P_{вал}$ в орному шарі до $P_{вал}$ у материнській породі) зростають від 1,3—2,1 у дерново-підзолистих супіщаних і глинисто-піщаних до 1,9—2,1 у чорноземах важкосуглинкових і легкоглинистих.

За даними І.А. Хоролець, сорбційні властивості ґрунтів щодо фосфору залежать від мінералогічного складу високодисперсійної частини: найбільшим поглинанням вирізняється хлорит [14].

Формування фосфатного профілю у ґрунтах (від орного шару до материнської породи) у природних умовах залежить значною мірою від типу ґрунтоутворювальних процесів. У процесах вивітрювання і ґрунтоутворення під впливом рослин, тварин і мікроорганізмів фосфор материнської породи включається до біологічного колообігу. Водночас утворюються нові вторинні сполуки фосфору — органічні й мінеральні, які постійно перебувають у процесі перетворення одних в інші. Для кожного типу ґрунтів існує певна рівновага у накопиченні органічного і мінерального фосфору, зумовлена генетичними особливостями ґрунтів, фізико-хімічними властивостями та ступенем окультуреності.

Існує кілька специфічних процесів і реакцій за наявності фосфору, які визначають процес ґрунтоутворення, найістотніші: біологічна акумуляція фосфатів органічних сполук і їхня мінералізація; гідроліз, перехід у розчин апатитових мінералів і поглинання фосфат-іонів на їхній поверхні; переміщення фосфатів по профілю ґрунту під впливом вимивання та його акумуляція у верхніх горизонтах ґрунтового біотопу і рослинами.

Визначено розподіл фосфору у профілі та його зв'язок з умістом фракції $<0,001$ мм і гумусом (рис. 1). Установлено, що вміст валового і органічних фосфатів найбільше залежить від кількості гумусу ($r=0,96—0,99$). Незначні зміни за глибиною профілю ґрунту вмісту фракції $<0,001$ мм зумовлюють зниження коефіцієнта кореляції між цими показниками до 0,7, що дає змогу зробити висновок про головне значення гумусу в накопиченні і розподілі фосфору для ґрунту цього типу.

У ясно-сірих лісових ґрунтах на лесах, які мають чітко сформований ілювіальний горизонт на глибині 40—90 см, тіснота зв'язку вмісту і розподілу по профілю валового фосфору зумовлюється головним чином перерозподілом мулистої частини ґрунту і становить для $P_{вал}r=0,85$, порівняно з гумусом, де коефіцієнт кореляції не перевищує 0,5 (рис. 2). Характерною ознакою такого перерозподілу є збільшення вмісту $P_{вал}$ у ілювіальному горизонті порівняно з верхнім гумусовим шаром.

Важливу роль у процесах трансформації і розподілі різних фракцій фосфору у профілі ґрунту відіграють процеси солонцюєтворення. Дослідженнями встановлено, що під час утворення солонцюватих ґрунтів і, тим більше солонців (збільшення вмісту обмінного натрію), відбувається активна диспергація ґрунтової маси, інтенсивність

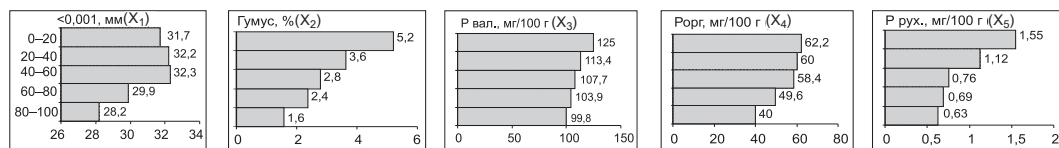


Рис. 1. Структура фосфатного профілю чорнозему типового на ділянці переліг >75 років. Коефіцієнти кореляції: $X_1 \cdot X_2$ ($r=0,68$); $X_2 \cdot X_3$ ($r=0,99$); $X_1 \cdot X_3$ ($r=0,67$); $X_2 \cdot X_4$ ($r=0,86$); $X_3 \cdot X_5$ ($r=0,98$)

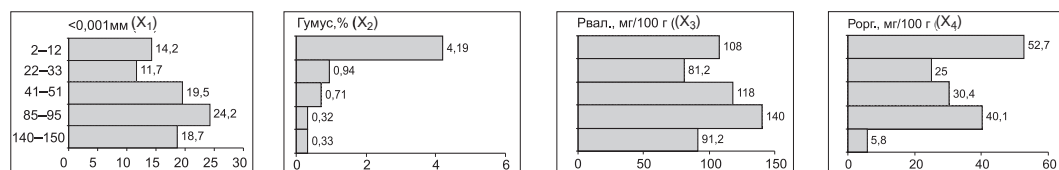


Рис. 2. Структура фосфатного профілю ясно-сірих лісових ґрунтів Лісостепу. Коефіцієнти кореляції: $X_1 \cdot X_2$ ($r=0,53$); $X_2 \cdot X_3$ ($r=0,50$); $X_1 \cdot X_3$ ($r=0,85$); $X_2 \cdot X_4$ ($r=0,70$)

якої зростає з підвищенням насиченості колоїдно-го комплексу цим катіоном [9].

Водночас у глибокосолюнчатих ґрунтах значна частина пептизованої ґрунтової маси переміщується по профілю до ілювіального горизонту. Завдяки цьому процесу в ньому зростають загальний уміст фосфору і його рухомість. У поверхнево-солончатих лучно-чорноземних ґрунтах і кіркових солонцях накопичується фосфор і підвищується його рухомість пропорційно ступеня солонцюватості в орному шарі тому, що в таких ґрунтах переміщення глинистих часток у профілі немає.

В усіх процесах ґрунтоутворення при формуванні фосфатного профілю ґрунтів важлива роль належить органічним фосфатам. Утворення і накопичення органічного фосфору зумовлено, головним чином, діяльністю вищих та нижчих організмів і розкладом їхніх залишків. Уміст фосфору в ґрунтах, пов'язаний з органічною речовиною, коливається у широких межах і залежно від типу ґрунту становить 10—80% [3]. Головним і визначальним фактором умісту і розподілу цієї форми фосфатів у ґрунтах є гумус.

У найпоширеніших ґрунтах України на лесових породах уміст фосфору органічних сполук становить 26—62% валового вмісту і зростає в ряду від сірих лісових ґрунтів до чорноземів типових і звичайних. Уміст фосфору у гумусі є досить стійким показником, характерним для кожного різновиду ґрунту, тому П.О. Дмитренко для оцінки ґрунтів за вмістом органічних фосфатів запропонував співвідношення $S_{орг}$: $P_{орг}$ [4]. Для чорноземів України воно становить: для цілинних ґрунтів — 113, староорних — 95.

У природних умовах співвідношення між органічними і мінеральними формами фосфатів визначається спрямованістю ґрунтоутворювального процесу і на певному етапі його розвитку сягає стану рівноваги, зумовленому генезисом ґрунтів. Одна з найбільш загальних закономірно-

стей еволюції поживного режиму при розорюванні цілинних земель — зміна замкненого колообігу поживних речовин розміжним, переважання процесів розкладу і мінералізації органічної речовини над їхнім синтезом. Після розорювання цілинних і перелогових ґрунтів через загальне зменшення у 3—4 рази надземної та підземної фітомаси втричі скорочується залучення у кругообіг N, Ca, P та K [11].

Згідно з результатами досліджень у багаторічному польовому досліді на чорноземі типовому вміст і розподіл у профілі ґрунту органічних фосфатів залежить від способу його використання (табл. 1). На ділянці перелого (>75 років) органічні фосфати становлять близько 50% валового вмісту фосфору з максимальними значеннями (60—62,2 мг P_2O_5 на 100 г) у шарах 0—20 і 20—40 см, які, відповідно, вирізняються найбільшим умістом гумусу. Їхня кількість поступово зменшується до 40 мг P_2O_5 на глибини 80—100 см. У варіанті абсолютного контролю, на якому протягом 39 років добрива не використовували, але систематично здійснювали необхідні за агротехнічними вимогами культур сівозміни обробіток ґрунту, вміст органічних фосфатів зменшився на 30—32% у шарі 0—40 см. Істотне зменшення кількості органічних фосфатів установлено по всьому профілю до глибини 80—100 см, що свідчить про високу інтенсивність процесів мінералізації та зменшення надходження цієї форми фосфатів з корневими рештками через зниження темпів колообігу фосфору у ґрунті на фоні його екстенсивного використання.

У варіанті 9 з максимальним унесенням фосфору (P_{1800} + подвійна доза систематично під культури сівозміни) вміст органічних фосфатів збільшився практично удвічі порівняно з перелогом по всій глибині (0—100 см), що свідчить про наявність процесів переміщення цієї форми фосфору у профілі ґрунту з верхнього найбільш гумусованого горизонту у нижні шари, а також мож-

1. Вплив антропогенного навантаження на вміст і розподіл органічних фосфатів у профілі чорнозему глибокого

Глибина, см	Уміст загальних органічних фосфатів, мг P ₂ O ₅ на 100 г ґрунту		
	Переліг	Абсолютний контроль (варіант 2)	P ₁₈₀₀ + подвійна норма NPK систематично (варіант 9)
0—20	62,2	38,8	117,6
20—40	60,0	37,5	110,4
40—60	58,4	33,1	103,4
60—80	49,6	32,2	93,4
80—100	40,0	29,1	84,8

ливе інтенсивніше накопичення органічних решток, збагачених фосфором. Це підтверджується даними про вміст рухомих органічних речовин, який також зростає по всій глибині профілю і в шарі 80—100 см перевищує відповідні показники у контрольному варіанті.

Позитивний баланс фосфору у варіантах з унесенням фосфору з мінеральними добривами зумовлює істотні зміни у структурі фосфатного фонду чорнозему типового, який відрізняється від перелогу і, особливо, від варіанта без добрив.

Серед головних особливостей цих варіантів досліді вирізняється підвищення вмісту в шарі

0—60 см усіх форм фосфору, якими характеризується фосфатний режим ґрунту, зокрема валового, органічного, рухомих фосфатів (визначених за методами Чирикова і Олсена, а також ступеня рухомості за методом Карпінського—Зам'ятіної).

Уміст валового фосфору після розорювання перелогу в шарі 0—20 см зменшився від 125 мг P₂O₅ на 100 г до 112 мг у контрольному варіанті і до 117,1 мг на фоні гною, що зумовлено дефіцитним балансом фосфору на цих ділянках (табл. 2). У варіантах з мінеральними добривами підвищення вмісту валового фосфору зумовлено дозою добрив. Слід зазначити, що у варіанті P₁₈₀₀ (запасне внесення) післядйю фосфорних добрив спостерігають з 1983 р. Найвищими показниками характеризуються варіанти, в яких поєднується запасне і систематичне внесення добрив, особливо варіант P₁₈₀₀ + N₂P₂K₂, де сумарну післядйю спостерігають після 1990 р.

Уміст рухомих форм фосфатів у кислотній витяжці за методом Чирикова (з 0,5 н розчином CH₃COOH рН 2,5) і в лужній за Олсеном (з 0,5 н розчином NaHCO₃ рН 8,5) в орному (0—20) і підорному (20—40) шарах збільшується в 3—5 разів порівняно з перелогом і контрольним варіантом (табл. 3). Наявність карбонатів Са у шарі 40—60 см не дає змоги оцінювати зміни вмісту рухомого фосфору в кислотній витяжці по всьому профілю. Проте в лужній витяжці за Олсеном

2. Закономірності післядії добрив на вміст валового фосфору у чорноземі типовому, мг P₂O₅ на 100 г ґрунту

№	Варіант	Глибина відбору зразків, см				
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
1	Переліг	125,0	113,4	107,7	103,9	99,8
2	Абсолютний контроль	112,0	105,0	96,3	92,3	90,6
3	Гній 140 т/га (фон)	117,1	109,3	108,4	99,0	98,8
5	Фон+P ₁₈₀₀ (з.в.)	148,2	129,3	114,2	106,2	103,5
7	Фон+(NPK) ₁₈₀₀ (з.в.)	150,1	134,7	111,6	103,0	102,8
8	Фон+(NPK) ₁₈₀₀ (з.в.) + N ₁ P ₁ K ₁	158,3	149,2	114,8	100,1	94,4
9	Фон+P ₁₈₀₀ (з.в.) + N ₂ P ₂ K ₂	159,4	134,6	115,9	101,2	94,3
HIP ₀₅		5,6	9,5	10,8	6,4	3,4

Примітка. з.в. — запасне внесення.

3. Післядйя мінеральних добрив на вміст рухомих форм фосфору, мг P₂O₅ на 100 г ґрунту

№	Варіант	Глибина відбору зразків, см									
		0—20		20—40		40—60	60—80	80—100			
		1	2	1	2	1	1	1			
1	Переліг	1,6	5,0	1,1	4,7	0,76	0,69	0,63			
2	Абсолютний контроль	1,3	4,7	1,2	4,6	1,11	1,03	0,88			
3	Гній 140 т/га (фон)	2,0	5,4	1,2	5,3	1,09	1,00	0,88			
5	Фон+P ₁₈₀₀ (з.в.)	4,8	11,7	3,8	10,7	1,58	1,38	1,21			
7	Фон+(NPK) ₁₈₀₀ (з.в.)	6,6	15,6	4,9	10,0	2,55	1,36	1,40			
8	Фон+(NPK) ₁₈₀₀ (з.в.) + N ₁ P ₁ K ₁	10,4	16,4	9,0	11,5	5,03	1,71	1,29			
9	Фон+P ₁₈₀₀ (з.в.) + N ₂ P ₂ K ₂	10,1	17,3	7,1	13,6	5,31	1,59	1,45			
HIP ₀₅		0,5		0,3		0,2	0,3	0,4			

Примітка. 1 — за методом Олсена; 2 — за методом Чирикова.

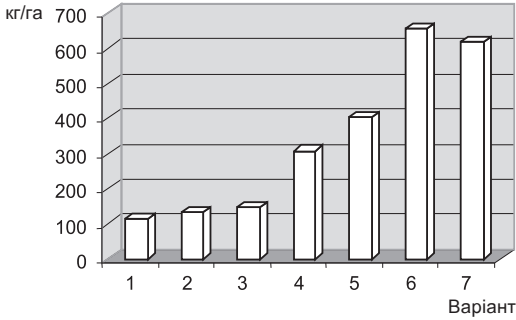


Рис. 3. Запаси рухомого фосфору у шарі ґрунту 0—100 см, кг/га P_2O_5 (за методом Олсена)

Олсена) в шарі 0—100 см у варіанті 5 фон + P_{1800} (з.в.) на 25-й рік післядії сягають 300 кг P_2O_5 і більше ніж удвічі перевищують відповідні показники на ділянках перелугу і контролю (рис. 3).

Результати досліджень ступеня рухомості фосфору за методом Карпінського — Зам'ятіної свідчать про істотну динаміку цього показника, зумовлену насамперед інтенсивністю використання ґрунту (табл. 4). Після розорювання перелугу ступінь рухомості на контрольному варіанті й агрофоні з гноєм зменшується в шарі 0—20 см на 30% (від 0,06 до 0,04 мг/л), але в глибших шарах вона майже не змінюється. На усіх удобрених мінеральними добривами фонах (навіть на 25-й рік після внесення добрив) у варіантах P_{1800} і $N_{1800}P_{1800}K_{1800}$ ступінь рухомості різко зростає

4. Динаміка ступеня рухомості фосфору в чорноземі типовому (за Карпінським — Зам'ятіною), мг/л

№	Варіант	Глибина відбору зразків, см				
		0—20	20—40	40—60	60—80	80—100
1	Переліг	0,06	0,03	0,03	0,03	0,04
2	Абсолютний контроль	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03
3	Гній 140 т/га (фон)	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
5	Фон+ P_{1800} (з.в.)	0,3	0,2	0,05	0,05	0,04
7	Фон+(NPK) $_{1800}$ (з.в.)	0,2	0,06	0,02	0,02	0,02
8	Фон+(NPK) $_{1800}$ (з.в.) + $N_1P_1K_1$	0,3	0,2	0,05	0,03	0,03
9	Фон+ P_{1800} (з.в.) + $N_2P_2K_2$	0,7	0,2	0,2	0,1	0,04
HIP ₀₅		0,1	0,02	0,01	0,01	0,01

збільшення вмісту рухомого фосфору на фонах із запасним внесенням (P_{1800}) і тим більше у варіантах, де поєднується запасне і систематичне застосування добрив, спостерігається до глибини 80—100 см. Це фактично збігається з розподілом по профілю органічних фосфатів, які також переміщуються у профілі ґрунту і забезпечують їхню рухомість.

Запаси рухомих форм фосфатів (за методом

в 4—5 разів) порівняно з перелогом і контрольним варіантом у шарі 0—20 см.

За визначенням авторів методу, ступінь рухомості є показником швидкості переходу фосфору з твердої фази ґрунту у слабосольовий розчин і кількісно може відповідати поглинальній здатності корневих систем щодо фосфору. Наявність такої форми фосфатів у профілі чорнозему типового на 25-й рік після внесення добрив

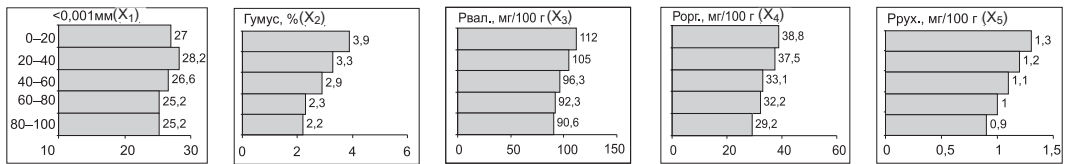


Рис. 4. Структура фосфатного профілю чорнозему типового у варіанті абсолютний контроль. Коефіцієнти кореляції: $X_1 \cdot X_2$ ($r=0,79$); $X_2 \cdot X_3$ ($r=0,98$); $X_1 \cdot X_3$ ($r=0,78$); $X_2 \cdot X_4$ ($r=0,96$); $X_3 \cdot X_5$ ($r=0,94$)

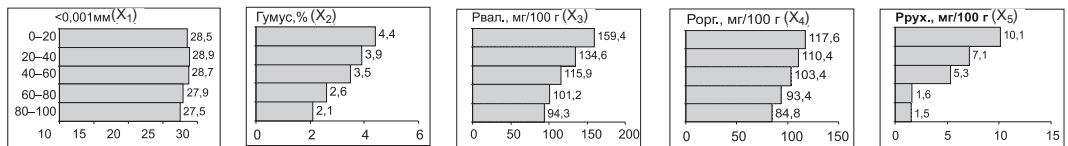


Рис. 5. Структура фосфатного профілю чорнозему типового у варіанті Фон+ P_{1800} (з.в.) + $N_2P_2K_2$. Коефіцієнти кореляції: $X_1 \cdot X_2$ ($r=0,81$); $X_2 \cdot X_3$ ($r=0,96$); $X_1 \cdot X_3$ ($r=0,70$); $X_2 \cdot X_4$ ($r=0,99$); $X_3 \cdot X_5$ ($r=0,98$) $P_{рух}$, мг/100 г (X_5)

свідчить про те, що фосфатний фонд ґрунту перейшов у нову стадію розвитку, яка відповідає квазірівноваженому підвищеному ступеню рухомості ґрунтових фосфатів і може бути одним з найважливіших показників окультуреності ґрунту.

Застосування фосфорних добрив у дозах, які перевищують винос фосфору з урожаєм, зумовлює зміни природного фосфатного профілю ґрунтів, порушує (особливо в шарах 0—60 см) співвідношення різних форм органічних і мінеральних фосфатів, а також деякою мірою тісноту їхньої залежності від визначальних факторів ґрунтоутворення (вмісту мулистої фракції (<0,001 мм) і гумусу). Збільшення вмісту $P_{\text{вал}}$ і $P_{\text{орг}}$ на удобреному

фоні порівняно з контрольним варіантом виявлено переважно у верхніх шарах профілю (0—60 см), в яких зростає тіснота залежності цих показників з умістом гумусу ($r=0,96-0,99$) і, відповідно, знижується відносно фракції <0,001 мм ($r=0,70$) (рис. 4, 5).

Отже, у разі тривалого застосування фосфорних добрив на фоні позитивного балансу змінюється природний (генетично зумовлений) фосфатний фонд ґрунту, співвідношення органічних і різних форм мінеральних фосфатів, формується своєрідний фосфатний профіль з підвищеною рухомістю фосфору, що забезпечує їхню тривалу післядію.

Висновки

Головними факторами, які зумовлюють накопичення у ґрунтах фосфору та його перерозподіл у профілі в природних умовах ґрунтоутворення, є вміст мулистої фракції у материнській породі та гумусу у верхніх шарах (0—40 см). Залежність між цими показниками сягає $r=0,85-0,95$. У сірих опідзолених і глибоко солонцюватих ґрунтах (на фоні явних ознак формування ілювіального горизонту) відбувається перерозподіл валового, органічних та мінеральних форм фосфатів у зв'язку з переміщенням диспергованої ґрунтової маси в глибину ґрунтового профілю. Після розорювання цілинних і перелогових ґрунтів замкнений кругообіг фосфору змінюється розімкненим. За екстенсивних систем землеробства (без внесень

дня добрив) інтенсифікуються процеси мінералізації гумусу, у складі якого міститься 10—80% загального вмісту фосфору. У шарі ґрунту 0—40 см уміст органічних фосфатів зменшується на 35—40%, а за тривалого використання — і валового фосфору. При застосуванні мінеральних фосфорних добрив на фоні систематичного перевищення обсягів виводу фосфору з урожаєм у ґрунтах поступово накопичуються залишкові фосфати добрив, які змінюють структуру фосфатного фонду, підвищують рухомість природних фосфатів і забезпечують тривалу післядію (на чорноземах типових понад 25 років), яка зумовлюється порушенням природного співвідношення різних форм фосфатів у профілі ґрунту до глибини 60—80 см.

Бібліографія

1. Атлас почв Украинской ССР/Под ред. Н.К. Крупского и Н.И. Полупана. — К.: Урожай, 1979. — 159 с.
2. Вильямс В.Р. Собрание сочинений. — М.: Сельхозиздат, 1950. — Т. 5. — 624 с.
3. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР. — М.: Наука, 1981. — 240 с.
4. Дмитренко П.А. О содержании фосфора органической части почв//Почвоведение. — 1998. — № 8. — С. 511—595.
5. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. — М.: Наука, 1985. — 260 с.
6. Кудярова А.Ю. Педогеохимия орто- и полифосфатов в условиях применения удобрений. — М.: Наука, 1993. — 240 с.
7. Муромцев Г.С., Маризунова Г.Н., Павлова В.Ф. Почвенная микрофлора и фосфорное питание растений//Журнал Всесоюз. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. — 1983. — 28, № 4. — С. 22—27.
8. Носко Б.С. К вопросу об использовании искусственных агрохимических фонов при изучении эффективности удобрений//Агрохимия. — 1975. — № 6. — С. 72—86.
9. Носко Б.С. К вопросу о некоторых агрохими-

- ческих показателях солонцовых почв Среднего Приднепровья//Науч. труды УНИИП. — Т. VI. — К., 1963. — С. 255.
10. Носко Б.С., Бабинін В.І., Бурлакова Л.М., Копоть Н.П. Еволюція фосфатного режиму чорноземів України//Вісн. аграр. науки. — 2008. — № 12. — С. 17—22.
11. Носко Б.С., Чесняк Г.Я., Полупан Н.И., Лисовой Н.В. Биологическая продуктивность и биологический круговорот элементов//Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. — М.: Наука, 1983. — С. 176—186.
12. Почвы Украины и повышение их плодородия/ Под ред. Н.И. Полупана. — Т. 1. — К.: Урожай, 1988. — 290 с.
13. Соколовський О.Н. Курс сільськогосподарського ґрунтознавства//Держ. вид-во с.-г. літ-ри УРСР. — К., 1954. — 423 с.
14. Хоролец І.А. Сорбция фосфат-ионов основными типами почв Украины//Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. — Харьков, 1990. — 18 с.
15. McKebvey V.E. Abundance and distribution of phosphorus in the lithosphere. — Ybid, 1973. — P. 13—31.