

УДК 631.445

© 2010

*М.І. Полупан,**доктор сільсько-
господарських наук**О.В. Коростін**В.А. Величко,**доктор сільсько-
господарських наук**ННЦ «Інститут**грунтознавства та агрохімії**ім. О.Н. Соколовського»*

МОНІТОРИНГОВИЙ ПОКАЗНИК ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННОГО ВМІСТУ ФОСФОРУ В ҐРУНТАХ

Запропоновано моніторинговий показник вмісту рухомого фосфору за природного рівня. Обґрунтовано параметри природного рівня біологічної акумуляції у ксероморфних ґрунтах. Показано, що кількість рухомих форм у неудобренних ксероморфних ґрунтах визначається валовим його вмістом.

Поживні речовини значною мірою визначають родючість ґрунту. Серед біогенних елементів пріоритетне місце належить фосфору, який разом із іншими елементами впливає на рівень агроґрунтових потенціалів природної та ефективної родючості. В умовах стійкого сільськогосподарського навантаження на ґрунти визначення кількості фосфору, його доступних для рослин форм, пошуки методичних підходів щодо параметризації антропогенного впливу за вмістом фосфору як складової агроекологічного моніторингу [8] є нині надзвичайно актуальними.

Нині вже визначено, що параметри природного рівня акумуляції фосфору в повнопрофільних плакорних ґрунтах функціонально визначаються їхньою генетичною природою через неоднакову участь трав'янистої рослинності у ґрунтоутворенні як джерела формування гумусових речовин, фактора його накопичення [8]. У межах типів ґрунтоутворення вміст фосфору визначається його наявністю в материнській породі та пропорційно зростає стосовно кількості цього елемента в ній. При цьому було встановлено нормативні параметри накопичення фосфору в 0–30 см шарі у ґрунтах різного походження відносно його вмісту в материнській породі.

Також було встановлено, що природний рівень рухомого фосфору у неудобренних ґрунтах визначається валовим його вмістом, встановлено кількісні критерії цієї залежності стосовно характеру ґрунтоутворення. Відомо, що в ґрунті як системі всі властивості взаємопов'язані, а їх кількість визначається типом ґрунтоутворення. Це стосується і фосфору. Тому кількість валового і рухомого фосфору є діагностичним критерієм типу ґрунтоутворення разом з іншими показниками. Обґрунтовано також, що доступність фосфатів для сільськогосподарських культур обернено пропорційна інтенсивності їх біонакопичення, що зумовлює певне нівелювання різних за кількістю рухомих форм P_2O_5 щодо генетичної природи ґрунтів. У зв'язку з цим, у них природний рівень за Чириковим може бути еталоном початкового вмісту, репером відліку формування еволюції фосфорного режиму під впливом антропогенезу з урахуванням походження ґрунтів.

Об'єкти досліджень — зональні повнопрофільні та ксероморфні освоєні ґрунти, на яких не застосовували добрива та параметри вмісту в них валового та рухомого фосфору. Досліджено темно-сірі опідзолені слабогумусоакумулятивні ґрунти і чорноземи опідзолені помірно слабогумусоакумулятивні повнопрофільні та слабоксероморфні, чорноземи типові добрегумусоакумулятивні і чорноземи звичайні помірно добрегумусоакумулятивні повнопрофільні й слабо-, середньо- і сильноксероморфні. Крім того, вивчали чорноземи звичайні слабкоксероморфні еродовані та чорноземи звичайні середньоксероморфні еродовані.

Мета роботи — обґрунтувати методичні підходи щодо визначення моніторингового показника вмісту фосфору при встановленні факту належності ґрунту до природного чи природно-антропогенного фону.

Методи досліджень — порівняльно-географічний, профільно-генетичний і аналітичний.

Методика досліджень. Для розв'язання поставлених завдань коректніше було відібрати ґрунти, у які не вносили добрив. Однак при виконанні досліджень виникли певні труднощі щодо виявлення цих об'єктів. Тому їх підбирали на підставі агрохімічного обстеження перших турів. Було частково використано дані 50–60-х років минулого століття, а також фондові матеріали, які крім фосфору, мали інформацію щодо вмісту гумусу та фізичної глини. Такий підхід застосовано і для матеріалів про ґрунти з літературних джерел.

Результати досліджень. Установлення показника природного рівня фосфору набуває реального статусу лише за умови його контролю різними способами, особливо за різних антропогенних навантажень. Адже нині дуже мало ґрунтів, які б не зазнали агрохімічного впливу, особливо від унесення фосфорних добрив, залишки яких підвищують природний рівень вмісту P_2O_5 . Тому дуже важливо впевнено знати, що досліджувані ґрунти належать до природного фону. Дослідження Б.С. Носка [2] показали, що ґрунти за природного рівня у генетичному відношенні характеризуються відповідними показниками вмісту P_2O_5 у гумусі. Так, для чорнозему опідзоленого (за номенклатурою М.І. Полупана [6]) цей показник становить 1,39%, чорнозему звичайного — 1,21, а при внесенні P_{1200} він зростає відповідно до 1,50 і 1,44%. Незважаючи на

1. Уміст рухомого P_2O_5 за природного рівня у 1% гумусу ґрунтів різного генезису в шарі 0–30 см

ґрунт	Кількість зразків, шт.	Гумус, %	P_2O_5 , мг/100 г за Чириковим	P_2O_5 , мг/100 г/гумус, %
Дерново-підзолистий	7	1,1±0,2	2,3±0,4	2,1±0,1
Ясно-сірий лісовий	8	1,7±0,3	2,9±0,4	1,7±0,2
Сірий лісовий	10	2,2±0,4	3,3±0,5	1,5±0,2
Темно-сірий опідзолений	8	3,1±0,7	4,4±0,5	1,4±0,1
Чорнозем опідзолений	9	3,6±0,8	4,6±0,5	1,3±0,1
Чорнозем типовий	8	4,6±0,9	7,0±0,3	1,5±0,2
Чорнозем звичайний	14	4,9±1,0	6,5±0,5	1,3±0,2

певні складності щодо того, як підраховували ці величини, який фосфор міститься у гумусі, чому в одних ґрунтах природний рівень вмісту зростає при внесенні P_2O_5 , в інших — ні, ми вирішили використати показник умісту P_2O_5 у гумусі. Проведені розрахунки кількості валового фосфору за природного рівня на 1% вмісту гумусу в 0–30 см шарі ґрунту показали їх невідповідність, оскільки вони дають завищені або занижені результати вмісту валового фосфору за певного вмісту гумусу. Це пов'язано з тим, що не встановлено прямопропорційного зв'язку вмісту гумусу з валовим фосфором, бо перший залежить від гранулометричного складу та зволоження, другий — від умісту його в материнській породі. Досить добре відтворення показало при використанні показника співвідношення P_2O_5 рухомого фосфору за Чириковим (табл. 1).

Слід зазначити, що параметри показника вмісту рухомого P_2O_5 у гумусі за природного рівня отримано нами [8] і представлено у монографії Б.С. Носка [2, табл. 23] для чорнозему опідзоленого (типового за Б.С. Носком) і чорнозему звичайного співпали, водночас для чорнозему опідзоленого (за Б.С. Носком) — ні, в останньому вони дуже завищені та однакові при внесенні P_{1200} .

У зв'язку з цим пропонуємо показник вмісту рухомого P_2O_5 у 1% гумусу використовувати як моніторинговий при встановленні факту належ-

ності досліджуваного ґрунту до природного або природно-антропогенного фону. За природного рівня фактична кількість рухомого фосфору в досліджуваному ґрунті повинна бути меншою або дорівнювати величині рухомого P_2O_5 , отриманого при перемноженні моніторингового критерію на вміст гумусу експериментального ґрунту.

Результати досліджень також засвідчили про аналогічні закономірності накопичення валового фосфору в ксероморфних ґрунтах щодо повнопрофільних їх видів, яке має біологічний зонально типологічний характер [8]. Проте в ксероморфних ґрунтах напруженість біологічного накопичення поступово зменшується стосовно ступеня ксероморфності як у профілі (рис. 1), так і в шарі 0–30 см (рис. 2), що пов'язано з погіршенням умов зволоження, як наслідок, зменшення біологічного кругообігу органічної речовини та накопичення гумусу. Тому зафіксовано чіткий зв'язок між зменшенням гумусу в ксероморфних ґрунтах і з накопиченням фосфору ($R=0,90-0,95$).

У досліджуваних слабкоксероморфних ґрунтах уміст гумусу зменшується у межах 10–25%, а валового фосфору — на 7–22%. Вниз по профілю кількість валового фосфору зменшується пропорційно зменшенню гумусу. Середньоксероморфні ґрунти відзначаються ще більшим зменшенням гумусу — на 25–31%, відповідно відбувається і зниження умісту валового фосфору на

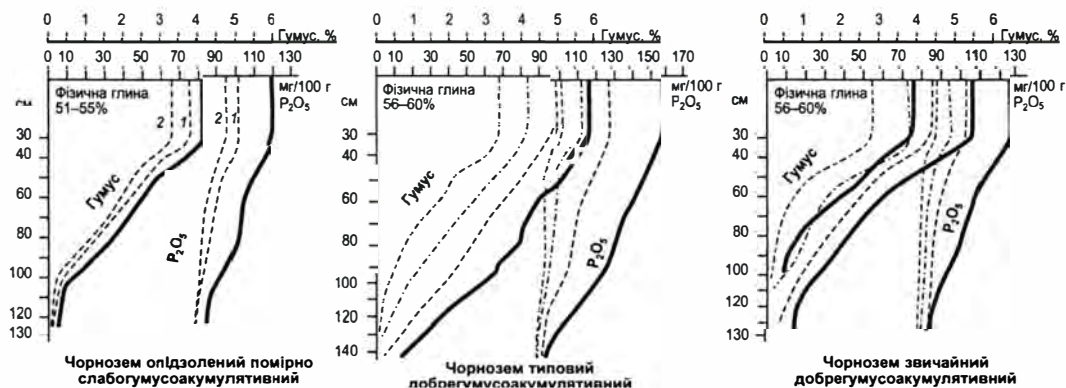


Рис. 1. Природний профільний уміст валового фосфору в повнопрофільних і ксероморфних ґрунтах різної генетичної природи.

Умовні позначення ґрунтів: ———— — модальний природний; - - - - - — слабкоксероморфний природний; — · — — середньоксероморфний природний; · · · · · — сильноксероморфний природний

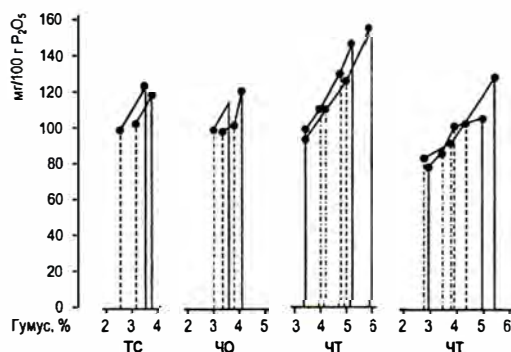


Рис. 2. Природний рівень валового фосфору в ксероморфних ґрунтах у шарі 0–30 см залежно від вмісту в них гумусу щодо повнопрофільних видів

Умовні позначення ґрунтів: — модальний природний; - - - слабкоксероморфний природний; - · - · середньоксероморфний природний; — · — сильно-ксероморфний природний

22–27%. У профілі функціонально з накопиченням гумусу відбувається і акумуляція фосфору. Аналогічна закономірність спостерігається також у сильноксероморфних ґрунтах. Зменшення вмісту валового фосфору відносно повнопрофільних становить 33–37%, а гумусу — відповідно 36–40%. У профілі сильноксероморфних ґрунтів біоаккумуляція фосфору незначна, що зумовлено невеликою кількістю вмісту гумусу.

Уміст фосфору в материнській породі впливає на накопичення фосфору в ксероморфних ґрунтах у межах типів ґрунтоутворення, як і в повнопрофільних видах. Проте напруженість процесу біоаккумуляції фосфору менша відносно останніх.

Отже, параметри природного рівня валового фосфору в ксероморфних видах ґрунтів визначаються генетичною їх природою та функціонально залежать від накопичення в них гумусу, кількість якого поступово зменшується відповідно до погіршення умов зволоження. Кожний ступінь ксероморфності ґрунтів згідно з класифікаційним статусом характеризується певними параметрами вмісту гумусу відносно генетичної природи повнопрофільних видів і синхронно з ним і кількістю валового фосфору.

Об'єкти з природно-антропогенним рівнем валового фосфору отримані на підставі контролю зібраного матеріалу щодо природного або природно-антропогенного рівня P_2O_5 на підставі моніторингового показника. В темно-сірому опідзоленому ґрунті моніторинговий показник становить $(1,4 \pm 0,1)$, у досліджуваних за природного рівня — $1,27$ – $1,43$, природно-антропогенного — $1,84$ – $2,89$, чорноземі опідзоленому — відповідно $1,3 \pm 0,1$; $1,18$ – $1,30$ і $2,17$, чорноземі типовому — $(1,5 \pm 0,2)$, $1,4$ – $1,5$ і $2,2$ – $2,4$ і чорноземі звичайному — $(1,3 \pm 0,2)$, $1,2$ – $1,3$ і $1,8$ – $2,5$. Зростання параметрів моніторингового показника свідчить про природно-антропогенний характер умісту фосфору. Це відзначає і Б.С. Носко

[2] — про нагромадження залишкових фосфатів при зростанні вмісту P_2O_5 у гумусі. При внесенні P_{1200} у чорноземі опідзоленому моніторинговий показник зростає з $1,39$ до $1,50$, чорноземі звичайному — з $1,21$ до $1,44$.

У природно-антропогенних ґрунтах щодо вмісту фосфору в профілі є відміни щодо природного рівня. Зокрема, в останньому випадку зменшення вмісту валового фосфору поступове, різниця вмісту між 0–30 і 30–40 см коливається у межах 5–10%, а природно-антропогенних — 13–17%. Проте зустрічається і в межах 5–8% за умови глибокої оранки, коли частина фосфорних добрив переміщується на глибину 30–40 см. Глибше по профілю різниці між фонами не спостерігається.

Параметри рухомих форм P_2O_5 у ксероморфних ґрунтах функціонально визначаються валовим його вмістом, який зумовлюється їхньою генетичною природою та кількістю фосфору в материнській породі.

У повнопрофільних ґрунтах було встановлено чітку закономірність екстрагування рухомих форм P_2O_5 за Чириковим у ґрунтах від його валового вмісту: темно-сірі опідзолені — $3,7$ – $4,2\%$, чорноземі опідзолені — $3,8$ – $4,3$, чорноземі типові — $4,8$ – $5,3$, чорноземі звичайні — $3,9$ – 5% [7]. У ксероморфних ґрунтах аналогічний відсоток екстракції від валового його вмісту в них порівняно з повнопрофільними (табл. 2). Проте чітко простежується закономірність його зниження відносно останніх. Існує тісний зв'язок між параметрами зниження рухомого фосфору та зменшенням вмісту гумусу. Це закономірно, оскільки ґрунт — це система, у якій всі властивості пов'язані між собою. У слабкоксероморфних ґрунтах відносно повнопрофільних зниження рухомого P_2O_5 коливається у межах 4–21%, гумусу — 10–25, середньоксероморфних — відповідно 22–30 і 23–29, сильноксероморфних — 30–52 і 35–50%.

За даними Б.С. Носка [2], відсоток екстракції рухомого фосфору за Чириковим залежить від кількості внесених добрив. На фоні внесення P_{1200} вона становить близько 7%. На досліджуваних об'єктах за природно-антропогенного рівня відсоток екстракції коливався у межах 5,3–7,4.

Зростання природного рівня вмісту рухомого фосфору на повнопрофільних досліджуваних ґрунтах становило 147–200%, слабкоксероморфних — 145–149, середньоксероморфних — 148–160, сильноксероморфних — 146–180%. Однак установити закономірності щодо вмісту рухомого фосфору залежно від генетичної природи і ступеня ксероморфності на природно-антропогенному фоні неможливо, позаяк усе залежить від інтенсивності внесення добрив.

Оскільки ґрунт — це система, в якій всі властивості взаємопов'язані, а їхні параметри визначаються типом ґрунтоутворення, то й діагностичні показники мають бути взаємопов'язані між собою і будь-який з них точно його ідентифікувати. Нині досить добре розроблена параметрична морфолого-генетична діагностика генетичного статусу повнопрофільних ґрунтів, а також їхніх видів за ступенем ксероморфності, за кількісними показниками КВАГ і вмістом гумусу [3–8]. Діагностичні критерії за вмістом валового фосфору

2. Параметри природного рівня рухомого P_2O_5 у ґрунтах залежно від валового його вмісту відносно генетичної їх природи та ступеню ксероморфності в орному шарі 0–30 см

ґрунт	Модальний		Слабкоксероморфний			Середньоксероморфний			Сильноксероморфний		
	мг/100 г валовий рухомий	% від валового	мг/100 г валовий рухомий	% рухомого від валового вмісту від модального виду	% зниження гумусу відносно модального виду	мг/100 г валовий рухомий	% рухомого від валового вмісту від модального виду	% зниження гумусу відносно модального виду	мг/100 г валовий рухомий	% рухомого від валового вмісту від модального виду	% зниження гумусу відносно модального виду
Темно-сірий опідзолений	117–128 4,6–4,9	3,8–3,9	100–109 4,0–4,6	4,0–4,2 –7–14	–16–20						
слабогумусо-аккумулятивний	123–128 4,7–4,9	3,8–3,9	94–105 3,6–4,0	3,8–3,9 –15–17	–22–25						
Чорнозем опідзолений	116–126 4,6–5,0	4,0–4,1	100–110 3,9–4,4	3,9–4,0 –12–15	–10–12						
			93–104 3,7–4,1	3,9–4,1 –18–20	–19–21						
помірно слабогумусоаккумулятивний	110–125 4,2–4,8	3,8–3,9	97–104 3,8–4,2	3,9–4,0 –10–12	–14–15						
Чорнозем типовий	148–162 7,6–8,6	5,1–5,3	120–135 6,5–7,2	5,2–5,4 –14–16	–15–17	105–120 5,6–6,2	5,2–5,3 –26–28	–26–28	92–102 4,7–5,3	5,1–5,2 –50–52	–39–41
добрегумусо-аккумулятивний	140–155 7,0–7,8	5,0–5,1	126–140 6,6–7,4	5,2–5,3 –4–6	–10–11	102–115 5,4–6,0	5,2–5,3 –22–24	–23–25	94–104 4,8–5,1	4,9–5,1 –30–32	–35–38
Чорнозем звичайний	120–136 6,0–6,8	4,9–5,0	98–112 4,8–5,4	4,7–4,8 –19–21	–18–22	88–99 4,3–4,9	4,8–4,9 –27–29	–29–31	81–91 3,3–3,8	4,0–4,2 –43–46	–47–50
помірно добре гумусоаккумулятивний	115–130 5,8–6,5	4,9–5,0	92–108 4,6–5,2	4,8–5,0 –20–21	–19–20	84–95 4,2–4,6	4,8–5,0 –28–30	–27–29	77–87 3,6–4,0	4,5–4,6 –38–40	–40–43

та рухомого P_2O_5 за Чириковим за природного рівня їх доповнюють.

Кількість рухомих форм у неудобрених ксероморфних ґрунтах визначається валовим його вмістом. При цьому відсоток екстракції у повно-

профільних і ксероморфних практично однаковий щодо їх генетичної природи. Проте абсолютна кількість знижується від слабкоксероморфних до сильноксероморфних пропорційно зниженню вмісту гумусу.

Висновки

Природний рівень вмісту фосфору в ґрунтах контролюється моніторинговим показником, який характеризується певними параметрами вмісту рухомого P_2O_5 в 1% гумусу. Для цього перемножується критерій показника на вміст гумусу досліджуваного ґрунту. Отримана величина повинна бути менша або дорівнювати

реально визначеній кількості рухомого P_2O_5 .

Ступінь ксероморфності ґрунтів на схилах чітко діагностується параметрами вмісту валового і рухомого фосфору за природного рівня у межах кожного типу ґрунтоутворення адекватно зниженню вмісту гумусу відповідно до класифікаційних його градацій.

Бібліографія

1. Милащенко Н.З. и др. Автоматизированная система агроэкологического мониторинга // Вестн. с.-х. науки. — 1990. — № 7. — С. 51–57.
2. Носко Б.С. Фосфатный режим ґрунтів і ефективність добрив. — К.: Урожай, 1990. — 153 с.
3. Полупан Н.И., Соловей В.Б., Скляревская М.Н., Мирошниченко В.А. Особенности склонового почвообразования и развития эрозии // Вісн. аграр. науки. — 1996. — № 7. — С. 15–23.
4. Полупан Н.И. Влияние микрорельефа склоновых земель на процессы эрозии // Почвоведение. — 1998. — № 6. — С. 753–762.
5. Полупан М.І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. — К.: Колоб, 2005. — 303 с.
6. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України / За редакцією професора М.І. Полупана. — К.: Аграр. наука, 2005. — 300 с.
7. Полупан М.І., Величко В.А., Соловей В.Б. Роль скелетності у параметризації властивостей і родючості ґрунтів // Вісн. аграр. науки. — 2008. — № 5. — С. 8–12.
8. Полупан М.І., Соловей В.Б., Коростін О.В. Природний рівень фосфору в ґрунтах України залежно від їх генетичної природи // Вісн. аграр. науки. — 2008. — № 5. — С. 14–23.