



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91419** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
A01C 21/00
G01N 33/24 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 11988	(72) Винахідник(и): Трускавецький Роман Степанович (UA), Цапко Юрій Леонідович (UA), Зубковська Вікторія Вікторівна (UA), Калініченко Вячеслав Миколайович (UA), Горякіна Вікторія Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.10.2013	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.07.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.07.2014, Бюл.№ 13	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ІНСТИТУТ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА АГРОХІМІЇ ІМ. О.Н. СОКОЛОВСЬКОГО", вул. Чайковська, 4, м. Харків-24, 61024 (UA)

(54) СПОСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ ФОСФАТНОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

(57) Реферат:

Спосіб оптимізації фосфатного стану ґрунтів, який включає відбір ґрунтових зразків, їх підготовку до аналізу, проведення агрохімічного аналізу з визначення забезпеченості ґрунту фосфором та дозування фосфорних добрив, причому додатково визначають, на основі даних попередньо отриманої таблиці, фосфат-буферну ємність ґрунту та відповідне оптимальне значення фосфатного фактора інтенсивності (ФФІ), за величиною якого за графіком фосфат-буферної залежності, побудованого за результатами даних агрохімічних аналізів, здійснюють оптимізацію фосфатного стану ґрунту.

UA 91419 U

Корисна модель належить до способів оптимізації живильного стану ґрунтів і може бути використана користувачами та власниками земельних угідь, в агрохімічному обслуговуванні аграрного сектора економіки, в екологічній експертизі, земельно-оцінчій та науково-дослідницькій роботах.

Відомий спосіб розрахунку доз мінеральних добрив під заплановану урожайність сільськогосподарських культур [Патент РФ № 2193836. Способ расчета доз минеральных удобрений под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур], за яким визначення доз фосфору проводять на підставі агрохімічного аналізу з урахуванням поправкових коефіцієнтів. Розрахунки відповідних доз фосфору проводять за формулою:

$$DP = Up \cdot Np \cdot Kpr \cdot Km \cdot Kc \cdot KoP,$$

де DP - розрахункова доза фосфорних добрив, кг діючої речовини на 1 га;

Up - запланована врожайність, ц/га;

Np - нормативи витрат фосфору на формування 1 ц зерна і відповідної кількості побічної продукції з урахуванням рівня врожайності, кг;

Kpr - поправковий коефіцієнт на попередник;

Km - поправковий коефіцієнт на механічний склад ґрунту;

Kc - поправковий коефіцієнт на біологічні особливості вирощуваного сорту;

KoP - поправковий коефіцієнт на забезпеченість ґрунту фосфором.

Головним недоліком цього методу є перенасиченість розрахункової формули поправковими коефіцієнтами, які також потребують використання додаткової інформації, що не сприяє підвищенню точності результатів.

Відомий також спосіб діагностики та регулювання фосфорного живлення рослин (Каюмов М.К. Справочник по программированию урожая. - М: Россельхозиздат, 1977. - с. 98-99), який включає в себе щорічний відбір зразків з орного шару ґрунту, підготовку зразків, зважування наважки з кожного зразку ґрунту для аналізу, проведення хімічного аналізу ґрунту в стандартних витяжках, які рекомендуються для даного типу ґрунту, на вміст рухомого фосфору в мг/кг, перерахунок його вмісту з урахуванням об'ємної маси ґрунту (г/см^3) в кг/га. Діагностику використання фосфору з ґрунту врожайми культур знаходять на основі усереднених по кожній культурі коефіцієнтів використання поживних речовин з ґрунту (КВГ). Якщо вміст рухомого фосфору в ґрунті з урахуванням його КВГ нижче виносу фосфору врожайми за один рік (одну вегетацію), то визначають необхідну дозу фосфорних добрив з урахуванням усередненого по кожній культурі коефіцієнта використання поживних речовин з добрив (КВД).

Головним недоліком цього методу є те, що прогнозування умов фосфорного живлення рослин та розрахунок доз фосфорних добрив на основі КВГ та КВД викривлює реальні умови фосфорного живлення рослин та їх потреби в фосфорних добривах внаслідок відсутності пропорційних взаємозв'язків: по-перше, між вмістом в орному шарі ґрунту рухомого фосфору, визначеного в однократній витяжці, та КВГ; по-друге, внаслідок відсутності таких взаємозв'язків між дозами фосфорних добрив та КВД при різних врожаях культур.

Відомі способи визначення легкорозчинних фосфатів [Агрохимические методы исследования почв. - М.: Наука, 1975. - 655 с.] різними хімічними екстрагентами. Цей спосіб передбачає: відбір ґрунтових зразків, підготовку зразків до аналізу, проведення агрохімічного аналізу з використанням різних витяжок залежно від типу ґрунту: для кислих ґрунтів застосовують соляну кислоту, а для нейтральних - оцтову з наступним визначенням забезпеченості ґрунту фосфором за відповідними шкалами.

Суттєвим недоліком є те, що доза фосфору, яку отримують за цим способом та пропонують для внесення, не враховує динаміки вмісту у ґрунті доступного рослинам фосфору внаслідок здатності ґрунту протидіяти зовнішнім навантаженням, що призводить до помилок у розрахунок дози фосфорних добрив.

Найбільш близьким до способу, що пропонується, є діагностика та регулювання фосфорного живлення рослин, який включає періодичне проведення агрохімічного обстеження ґрунту, відбір зразків, їх підготовку до аналізу, агрохімічний аналіз з визначення забезпеченості ґрунту фосфором та розрахунок доз фосфорних добрив за результатами визначення критичного, мінімального допустимого рівня вмісту рухомого фосфору в ґрунтовому профілі (Патент RU 2133465 Способ определения содержания в почве подвижного фосфора, способ диагностики и регулирования фосфорного питания растений и способ оценки системы удобрения фосфором).

Недоліком цього методу є необхідність проведення додаткових багаторічних досліджень для визначення оптимального фосфатного профілю для кожного різновиду ґрунту та тривалість самої процедури визначення потенційних властивостей ґрунту до мобілізації рухомого фосфору, яку встановлюють на основі багатократних хімічних витяжок з ґрунтових зразків,

відібраних з кожного окремого генетичного горизонту ґрунту, що підвищує трудомісткість способу. Рухомий фосфор з ґрунтових зразків для кожного різновиду ґрунту екстрагують стандартними кислотними або луговими витяжками, в результаті до розчину переходять не тільки легко доступні, але й малодоступні для рослин форми фосфору. Окрім цього, в процесі багатократного вилучення змінюються фізико-хімічні властивості ґрунту, що також призводить до отримання викривлених результатів.

Загальним недоліком способів оптимізації фосфатного стану є те, що всі вони базуються на результатах діагностування виключно тільки параметрів умісту доступних для рослин фосфатів різними екстрагентами без урахування здатності ґрунту поновлювати цей уміст за рахунок скритих (потенційних) запасів фосфору в ґрунтовій масі.

На основі проведених серій лабораторних-аналітичних, лабораторно-модельних і вегетаційних досліджень з різними фосфорними навантаженнями та їх впливу на реакцію проростання та формування фітомаси злакових рослин встановлено, що зміни під впливом різних доз фосфору (фосфорних навантажень) безпосередньо залежать від буферних властивостей ґрунту - його здатності до саморегуляції фосфатного стану, тобто здатності ґрунту поновлювати уміст найбільш доступних для рослин фосфатних іонів в ґрунтовому розчині (т. з. фосфатного фактора інтенсивності - ФФІ) в міру їх надходження в рослину.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу діагностування фосфатного стану ґрунту, за рахунок встановлення фосфат-буферної здатності ґрунту поновлювати і утримувати його у фізіологічно затребуваних рослиною параметрах, що забезпечує точність визначення необхідної кількості фосфору для нормального розвитку і зростання сільськогосподарських культур, дозволяє ефективно моніторити фосфатний стан ґрунтів в процесі сільськогосподарського землекористування.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому способі оптимізації фосфатного стану ґрунту, який включає відбір ґрунтових зразків, їх підготовку до аналізу, агрохімічний аналіз з визначення забезпеченості ґрунту фосфором, визначення дозування фосфорних добрив, згідно з винахідницьким задумом, додатково визначають, на основі даних попередньо отриманої таблиці, фосфат-буферну ємність ґрунту та відповідне оптимальне значення фосфатного фактора інтенсивності (ФФІ), за величиною якого за графіком фосфат-буферної залежності, побудованого за результатами даних агрохімічних аналізів, здійснюють оптимізацію фосфатного стану ґрунту.

Здатність ґрунту поновлювати і утримувати фосфор залежить від фосфат-буферної ємності. Чим більше ємність фосфат-мобілізаційної здатності ґрунту, тим менша його потреба в фосфорних добривах. Тобто, необхідна інформація про так звану оптимально-мінімальну кількість фосфору, яка забезпечує нормальний розвиток і зростання сільськогосподарських культур, передусім вимогливих до фосфатного живлення.

Фосфатний стан ґрунту найбільш об'єктивно оцінюється за його фосфат-буферною здатністю. Ця здатність характеризує закономірність мобілізації-імобілізації фосфору в ґрунтах, кінетику переходу його з твердої фази в ґрунтовий розчин і навпаки. Фосфатна буферність ґрунту показує, зокрема, наскільки поглинальна система ґрунту здатна агроекологічно безпечно насичуватись фосфором за умов інтенсивного удобрення і, навпаки, підтримувати концентрацію (активність) фосфатних іонів в ґрунтовому розчині на оптимальному рівні за умов інтенсивного виносу його з урожаєм рослин. В останньому випадку фосфор твердої фази завдяки високій фосфат-мобілізуючій буферній здатності стабільно компенсує потенціал найбільш доступних для рослин фосфатних іонів у ґрунтовому розчині.

Аналогічно іншим трофічним функціям, фосфатний стан оптимізують за допомогою фосфат-буферної графічної моделі (кресл.), побудова якої здійснюється згідно з ДСТУ 4724:2007.

На кресленні наведено криві зміни ФФІ ґрунту та безбуферного субстрату (кварцового піску) під впливом зростаючих фосфатних навантажень (на графіку виражений у вигляді показника rP по осі ординати - від'ємного логарифму концентрації фосфатних іонів в ґрунтовому розчині). Відхилення кривої ґрунту від кривої "нуль фосфат-буферності" (пунктирна крива піщаного субстрату) характеризує фосфат-буферну ємність ґрунту. Оптимізацію фосфатного стану здійснюють на підставі використання графічної моделі в такому алгоритмі:

- Визначають фосфат-буферну ємність ґрунту у відносних балах згідно з ДСТУ 4724:2007
- Якість ґрунту. Визначання фосфат-буферності ґрунту;
- Визначають фактичне значення ФФІ в показниках rP і в мг на кг сухого ґрунту;
- Визначають нижню межу оптимального значення ФФІ в показниках rP і в мг на 1 кг сухого ґрунту залежно від його буферної ємності (за допомогою даних, наведених в таблиці);

- Наносять фактичне і нижню межу оптимального значення ФФІ на криву фосфат-буферності досліджуваного ґрунту і встановлюють рівень відхилення фактичних значень ФФІ від оптимальної межі;

5 - За кривою буферності визначають скільки необхідно внести фосфорних добрив в розрахунку на відповідну масу ґрунту, або ж реалізувати інші технологічні заходи, щоб фактичне значення ФФІ увійшло в зону оптимальних параметрів.

За результатами багаторічних досліджень було встановлено взаємозв'язок між фосфат-буферною здатністю ґрунту та фосфатного фактора інтенсивності з параметрами буферної

10

Таблиця

Градациї ґрунтів за фосфат-буферністю	Параметри БЄ, бали	Нижня межа оптимуму ФФІ	
		pP	P ₂ O ₅ , мг/кг
Слабо	<5	<4,35	>30,0
Середньо	>5	<4,65	>15,0
Високо	>15	<4,90	>8,0
Дуже високо	>35	<5,25	>3,0

Експериментально нами встановлено, що для всіх ґрунтів, незалежно від їх фосфат-буферної ємності, верхню оптимальну межу ФФІ (показник pP) визначено на рівні 3,25 одиниць, або 440 мг P₂O₅ на 1 кілограм сухого ґрунту. В практиці землеробства, починаючи з середньо-буферних ґрунтів і вище, досягти значення pP=3,25, навіть за інтенсивного фосфатного навантаження, майже неможливо. Але в слабобуферних відносно фосфору ґрунтах, вказане значення pP досягається значно легше. Зменшення показника pP нижче верхньої межі оптимума (3,25 одиниць) недопустимо з причин можливого виникнення ризиків негативного впливу надлишку концентрації фосфатних іонів на родючість ґрунту та розвиток рослин. На зафосфачених ґрунтах порушуються процеси поглинання заліза, цинку та калію і інших біогенних елементів кореневою системою рослин, що призводить до передчасного старіння рослин, вони швидко в'януть, припиняється утворення хлорофілу, в клітинах накопичується аміак, від чого рослинні тканини відмирають. Тому фосфатний параметр (pP) 3,2 слід оцінити як поріг гранично допустимої концентрації фосфатних іонів в ґрунтового розчині. На високо та дуже високо буферних ґрунтах, такого негативного впливу фосфорних добрив очікувати не слід, навіть за умов надто великих доз їх внесення (до 1000 і більше кг P₂O₅ на 1 га в 20 сантиметровий шар ґрунту). На цих ґрунтах фосфорні добрива можна вносити в запас на декілька років, якщо є така можливість і якщо вона економічно оправдана.

Визначення нижньої межі оптимальної концентрації (активності) фосфатних іонів (pP) в ґрунтах здійснено шляхом проведення серії вегетаційних дослідів зі зростаючими фосфатними навантаженнями на ґрунти в залежності від їх фосфат-буферної ємності. В результаті встановлено значення нижніх оптимальних меж ФФІ для ґрунтів з різною буферною ємністю (таблиця 1). Виявлено, що з підвищенням буферної ємності підвищується і ФФІ. Це значить, що в слабобуферних ґрунтах їхній оптимум (pP) настає за умов більш високої концентрації фосфатних іонів в ґрунтового розчині, ніж у середньо, а тим більш - у високо і дуже високо буферних ґрунтах.

Приклад 1. Для прикладу вибрано два різко контрастні за буферними властивостями ґрунти - слабобуферний дерновий в'язкопіщаний та високо буферний чорнозем типовий важкосуглинковий. За допомогою ДСТУ 4724:2007 визначають значення фосфат-буферної ємності та будують графічну модель (фіг. 1) за якою визначають фактичний рівень фосфатного фактора інтенсивності (ФФІ). На кресл. наведена графічна модель фосфат-буферності ґрунтів, де

0 - крива "нуль-буферності";

1 - крива буферності дерново-підзолистого в'язкопіщаного ґрунту (слабобуферний);

45 2 - крива буферності чорнозему типового важко суглинкового (висока буферність)

Значення буферної ємності визначено на рівні 3,0 балів для дерново-підзолистого ґрунту і 16 балів - для чорнозему типового. Використовуючи таблицю 1, встановлюють параметри мінімально-оптимального значення ФФІ (pP), який наносять на графік. В нашому прикладі - pP становить для дерново-підзолистого ґрунту - 4,35, для чорнозему - 4,90. Параметри pP наносять на криві буферності. Для обраних ґрунтів фактичне значення pP становить: для дерново-підзолистого ґрунту - 5,35, для чорнозему - 5,70. За різницею фактичного ФФІ та оптимального ФФІ від pP розраховують мінімальну дозу фосфорних добрив, які необхідно

50

внести, для оптимізації фосфатного стану. Для цього з точки, що відображає pP опускаємо перпендикуляр на ось абсцис і визначаємо скільки необхідно додати фосфатної солі, щоб перевести фактичне значення ФФІ в оптимальну зону. Так для дерново-підзолистого ґрунту отримуємо - $1 \cdot 10^{-4}$ моль/100 г, для чорнозему - $0,8 \cdot 10^{-4}$ моль/100 г.

5 У разі дуже високої буферної ємності (вище 35 балів) оптимального фосфатного стану за рахунок одних тільки добрив не завжди можливо досягти. В цих випадках ґрунт вимагає меліоративних заходів або ж виключного локального внесення фосфорних добрив та застосування інших заходів, що максимально ізолюють фосфорні добрива і їхню взаємодію з ґрунтовою масою.

10 З прикладу можна зробити висновок, що запропонований спосіб оптимізації фосфатного стану ґрунтів, проведений на підставі градації ґрунтів за фосфат-буферною ємністю та використання фосфат-буферної графічної моделі належить до найбільш об'єктивних та ефективних в плані сталого забезпечення рослин фосфатним живленням.

15 Застосування запропонованого способу у порівнянні з відомими забезпечує наступні переваги:

- істотно підвищується точність в діагностуванні фосфатного стану будь-якого ґрунту, в тому числі і антропогенно трансформованих;

- визначається мінімально необхідна доза внесення фосфорних добрив, нижче яких ефективність їх різко падає;

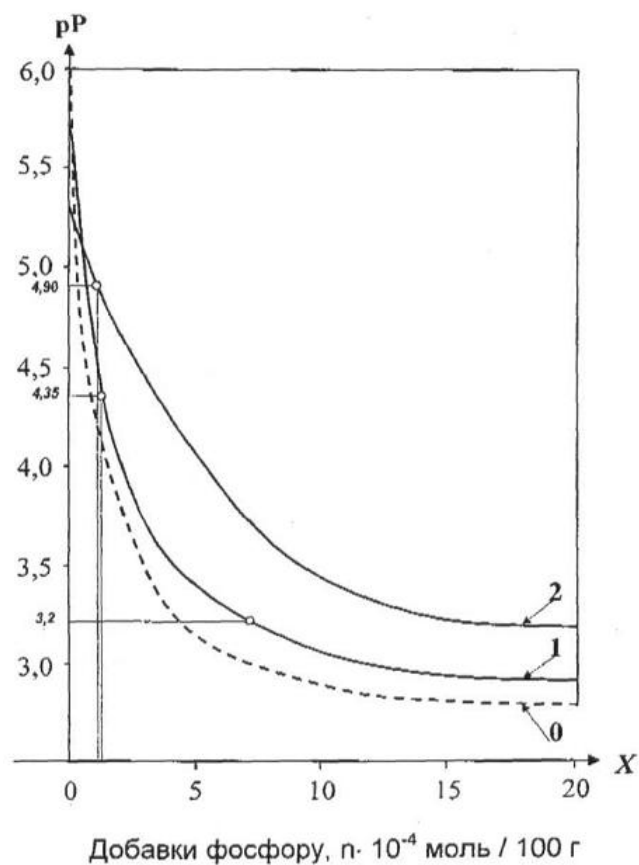
20 - дозволяє: ефективно моніторити фосфатний стан ґрунтів в процесі сільськогосподарського землекористування і вчасно його оптимізувати;

- стабілізувати фосфатний стан ґрунтів, покращуючи передусім їхню фосфат-буферну мобілізаційну здатність.

25

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб оптимізації фосфатного стану ґрунтів, який включає відбір ґрунтових зразків, їх підготовку до аналізу, проведення агрохімічного аналізу з визначення забезпеченості ґрунту фосфором та дозування фосфорних добрив, який **відрізняється** тим, що додатково визначають, на основі даних попередньо отриманої таблиці, фосфат-буферну ємність ґрунту та відповідне оптимальне значення фосфатного фактора інтенсивності (ФФІ), за величиною якого за графіком фосфат-буферної залежності, побудованого за результатами даних агрохімічних аналізів, здійснюють оптимізацію фосфатного стану ґрунту.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601