

УДК 631.416.2(423.3):631.442.2

Л. А. Ященко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

**ОЦІНКА МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РУХОМОГО ФОСФОРУ В****ЛУЧНО-ЧОРНОЗЕМНОМУ КАРБОНАТНОМУ ҐРУНТІ**

*Проведено порівняльну оцінку результатів визначення рухомих сполук фосфору методами Мачигіна і Меклик-3 у лучно-чорноземному карбонатному ґрунті. У результаті статистичного аналізу встановлену кореляційну залежність між показниками на рівні 0,84–0,87 та розроблена лінійну модель їх залежності.*

*Ключові слова: рухомий фосфор, метод Мачигіна, метод Меклик-3, кореляція, рівняння регресії.*

**Вступ.** Ґрунтові дослідження – цінний інструмент для ідентифікації економічно оптимальних норм поживних речовини, що потрібні для забезпечення сталого врожаю сільськогосподарських культур [7]. Результати агрохімічного аналізу ґрунту є основою для визначення його потреби в удобренні з метою реалізації потенційної продуктивності рослин.

Серед елементів живлення фосфор займає одне із провідних місць, і тому значна кількість лабораторних, польових і вегетаційних досліджень спрямована на встановлення очікуваного відгуку культур на застосування фосфорних добрив. Характеристику рівня забезпеченості рослин доступним фосфором, як відомо, визначають за вмістом його рухомих сполук у ґрунті. Рухомі фосфатами розуміють як не лише форми, що можуть бути безпосередньо засвоєні рослинами, але й ті, що порівняно швидко переходять у ґрунтовий розчин і становлять резерв поповнення джерел фосфору для живлення рослин [4]. Ґрунтові тести, які використовуються на сьогодні, не визначають повну або фактичну концентрацію доступного фосфору, яка доступна рослинам у ґрунті, вони забезпечують індексне вимірювання фосфору, що може бути ними використаний [11].

Достовірне визначення кількості доступних фосфатів є однією з головних проблем агрохімічної науки. Для цього застосовують хімічні методи, які широко використовуються для оцінки рівня забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором і прогнозування ефективності фосфорних добрив [1]. Однак, системний аналіз результатів аналізів на основі нормативних документів СРСР, проведений у ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.М. Соколовського», засвідчив, що похибка визначення вмісту доступного для рослин фосфору і калію в ґрунтах може сягати 50–100 %, що пояснюється авторами використанням розчинів сильних кислот як екстрагентів [5].

Вибір методу для визначення достовірного вмісту цього показника залежить від властивостей ґрунту (рН, вмісту органічної речовини, структури, ЄКО) і повинен урахувати форми фосфору ґрунтів різних генетичних типів та їх розчинність [7].

Найбільш поширеними в Україні є методи визначення рухомого фосфору в ґрунтах, запропоновані Кірсановим, Чиріковим, Мачигіним, які в агрохімічній службі затвердженні як стандартні. Але на сьогодні методи аналізів, основані на використанні чистих розчинів мінеральних або органічних кислот, ніде, крім

України і країн СНД, не використовуються [6].

Тому необхідність адаптації існуючих методик до міжнародних нормативних документів, зниження собівартості і підвищення продуктивності проведення агрохімічних аналізів потребує ефективних методів для дослідження поживного режиму ґрунтів. Однією з можливостей поліпшення ефективності лабораторних методів досліджень повинно бути використання єдиного екстрагенту для визначення різних елементів живлення. Метод Меклик-3 (1984) було запропоновано як «універсальний», що дозволяє визначати не лише вміст сполук фосфору та калію, а й інших елементів, зокрема кальцію, магнію [8].

**Об'єкти, методи та умови досліджень.** Завданням досліджень було встановити кореляційну залежність визначення вмісту рухомих сполук фосфору методами Мачигіна (стандарт) і Меклик-3 у карбонатному ґрунті.

Дослідження вмісту фосфору проводили в лучно-чорноземному карбонатному легкосуглинковому ґрунті тривалого стаціонарного досліду кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва, що розташований на території ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (Київська обл.), за вирощування ячменю ярого в типовій зерно-буряковій сівозміні Лісостепу. Зразки ґрунту відбирали перед посівом і на час збору врожаю у варіантах: контроль (без добрив); гній (насиченість сівозміни 12 т/га) – фон; фон + Р (насиченість сівозміни 81 кг/га); фон + РК (насиченість сівозміни 166 кг/га); фон +NPK (насиченість сівозміни 239 кг/га); фон + 1,5 NPK (насиченість сівозміни 358 кг/га).

У повітряно-сухих зразках визначали вміст рухомого фосфору за методом Мачигіна (карбонат амонію) [3] та методом Меклік-3 (мультиелементний компонент) [9] із подальшим фотоколориметруванням за довжини хвилі 720 нм. Накопичення фосфору рослинами ячменю у фазу повної стиглості розраховували з урахуванням його вмісту, визначеного за методом Деніже в модифікації Левицького, та сухої речовини [3]. Кореляційну залежність встановлено методом регресійного аналізу [2].

Аналітична частина роботи проводилася у випробувальній лабораторії «Оцінка якості земель, добрив та продукції рослинництва» (атестат акредитації № UA 6.001.Н.326).

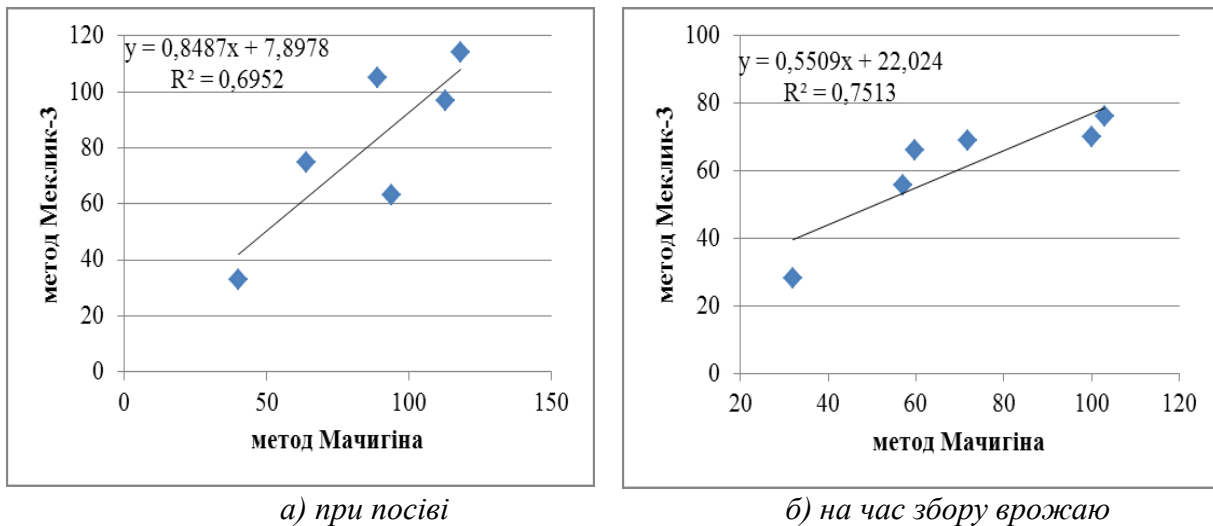
**Результати.** У ході досліджень умісту рухомих сполук фосфору у лучно-чорноземному карбонатному ґрунті на час посіву та збору врожаю ячменю ярого встановлена кореляційна залежність між його показниками під час визначення стандартним методом Мачигіна та методом Меклик-3 (рис. 1).

Вважається, що при  $R < 0,3$  кореляційна залежність між ознаками слабка, при  $R \leq 0,3-0,7$  – середня, при  $R > 0,7$  – сильна. Відповідно, у результаті наших досліджень встановлено сильну кореляцію між умістом рухомих сполук фосфору у ґрунті, що визначені різними методами, як у період посіву у так і на час збору врожаю (табл.).

Для оцінки точності коефіцієнта кореляції розраховують його похибку і критерій достовірності. При вищих значеннях коефіцієнта кореляції величина похибки зменшується. Із збільшенням числа досліджень похибка зменшується, а точність зростає.

Критерій достовірності  $t_r$  вказує на істотний кореляційний зв'язок, якщо

$tr_{фак} \geq tr_{теор}$ . Для малих вибірок  $tr_{фак}$  порівнюють із граничним значенням коефіцієнта кореляції на 5-% рівні значущості ( $tr_{теор}$ ), який за Доспеховим [2], становить 0,811. Таким чином, отримані результати відповідних кореляцій для різних строків відбору зразків є істотними. На основі проведених розрахунків запропоновано моделі вмісту рухомих сполук фосфору, де X – уміст фосфору, за методом Мачигіна, Y – уміст фосфору, за методом Меклик-3.



**Рис. 1. Залежність між умістом рухомого фосфору, визначеного методом Мачигіна (стандарт) та методом Меклик-3**

**Кореляція між умістом рухомих сполук фосфору, визначених стандартним методом та Меклик-3 у лучно-чорноземному карбонатному ґрунті**

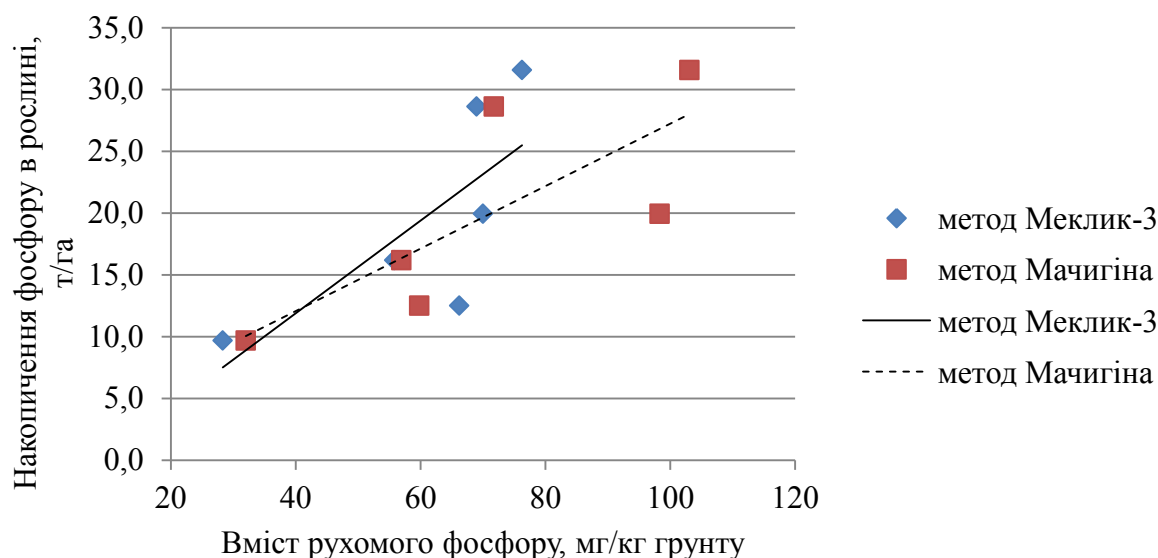
Стандартний метод (x)	Коефіцієнт кореляції (R)	Похибка коефіцієнта кореляції (Sr)	Критерій достовірності ( $tr_{фак}$ )	Рівняння регресії
Мачигіна	У період посіву			
	0,84	0,82	1,02	$y=0,8487x+7,8978$
	на час збору врожаю			
	0,87	0,81	1,07	$y=0,5509x+22,024$

Оцінку ефективності використання певного екстрагента для дослідження вмісту доступного фосфору, що може бути використаний рослиною, також проведено з урахування визначеної кількості елемента у ґрунті та рослинах ячменю на час збору урожаю (рис. 2). Установлено залежності накопичення фосфору в сухій масі рослин ячменю відносно рухомого фосфору у ґрунті, який визначений різними методами, описуються рівняннями регресії:

$$y=0,2529x+1,9676 \text{ (метод Меклик-3),}$$

$$y=0,375x-3,0941, \text{ (метод Мачигіна),}$$

де y – накопичення фосфору рослинами ячменю, т/га, X – уміст рухомого фосфору, мг/кг ґрунту.



**Рис. 2.** Залежність накопичення фосфору в рослинах ячменю від умісту його рухомих сполук у ґрунті досліджуваних варіантів (збір урожаю)

Коефіцієнти кореляції відповідно становлять 0,77 і 0,74, що відповідає середній кореляційній залежності. На нашу думку, отримані параметри залежності в більшій мірі пов'язані з малою вибіркою досліджуваних зразків. Тому для обґрунтування залежності слід продовжити дослідження в цьому напрямі, збільшуючи кількість пар порівняння. Крім, того такі дані показники кореляції можуть бути пов'язані з тим, що у витяжки частково переходять органічні сполуки фосфору, які не є безпосередньо доступними для живлення рослин.

**Висновки.** У результаті досліджень встановлено сильну кореляційну залежність між результатами визначення рухомих сполук фосфору у лучно-чорноземному карбонатному ґрунті методами Мачигіна та Меклик-3 за малої вибірки. Розраховано рівняння регресії залежності отриманих даних. Середня кореляційна залежність умісту фосфору у ґрунті, який визначений різними методами, і його накопиченням рослинами на час збору врожаю указує на необхідність подальших досліджень у разі збільшення пар спостережень.

**Бібліографічний список:** 1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А. В. Соколова. – М.: Агропромиздат, 1975. – 456 с. 2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с. 3. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна: ДСТУ 4114-2002. – Офіц. вид. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – III, 7 с. – (Національний стандарт України). 4. Носко Б. С. Фосфатний режим ґрунтів і ефективність добрив / Б. С. Носко. – К.: Урожай, 1990. – 224 с. 5. Христенко А. А. Проблема підвищення точності діагностики фосфатного стану ґрунтів України / А. А. Христенко, С. Е. Иванова // [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://eeca-ru.ipni.net/ipniweb/region/eecaru.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/28e1c059ebb4dc89852579280051902e/\\$FILE/Khristenko-NL-2-2011.pdf](http://eeca-ru.ipni.net/ipniweb/region/eecaru.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/28e1c059ebb4dc89852579280051902e/$FILE/Khristenko-NL-2-2011.pdf). 6. Христенко А. А. Оценка методов определения содержания подвижных соединений азота, фосфора и калия в почвах / А. А. Христенко, Л. Н. Буракова, Л. К. Корецкая // [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem\\_biol/aig/2009\\_70/pdf/10n.pdf](http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/aig/2009_70/pdf/10n.pdf). 7. Ige D. Comparison of soil test phosphorus methods in neutral to calcareous Manitoba soils / D. Ige, O. Akinremi, D. Flaten, M. Kashem // [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://pubs.aic.ca/doi/pdf/10.4141/S05->

045. **8.** Mallarino Antonio P. Comparison of Mehlich-3, Olsen, and Bray-p1 procedures for phosphorus in calcareous soils / Antonio P. Mallarino // [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.agronext.iastate.edu/soilfertility/info/ComparisonofMehlich-3OlsenandBray-P1Procedures.pdf>. **9.** Mehlich A. 1984. Mehlich 3 Soil Test Extractant: A Modification of Mehlich 2 Extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15: 1409–1416. **10.** Sawyer John E., Mallarino Antonio P. Differentiating and Understanding the Mehlich 3, Bray, and Olsen Soil Phosphorus Test // [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://www.agronext.iastate.edu/soilfertility/info/mnconf11\\_22\\_99.pdf](http://www.agronext.iastate.edu/soilfertility/info/mnconf11_22_99.pdf). **11.** Watson Maurice, Mullen Robert Understanding Soil Tests for Plant-Available Phosphorus // [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://ohioline.osu.edu/agf-fact/pdf/Soil\\_Tests.pdf](http://ohioline.osu.edu/agf-fact/pdf/Soil_Tests.pdf).

*Ященко Л. А.*

**ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ КАРБОНАТНОЙ ПОЧВЕ**

*Проведена сравнительная оценка результатов определения подвижных соединений фосфора методами Мачигина и Меклик-3 в лугово-черноземной карбонатной почве. В результате статистического анализа установлена корреляционная зависимость между показателями на уровне 0,84–0,87 и разработана линейная модель их зависимости.*

*Ключевые слова: подвижный фосфор, метод Мачигина, метод Меклик-3, корреляция, уравнения регрессии.*

*Yashchenko L. A.*

**ESTIMATION OF AVAILABLE SOIL PHOSPHORUS METHODS IN MEADOW-CHERNOSEMIC CALCAREOUS SOIL**

*Comparative estimation of soil test phosphorus methods by the Machigin and Meklik-3 in meadow-chernosemic calcareous soil was made. The results were analyzed statistically and were related using a simple regression analysis model. The coefficient of correlation (R) for the regression equations relating the different soil test P methods ranged from 0,84 to 0,87. The equations generated in this study can be used to convert the result from one soil test P method to another.*

*Keywords: available phosphor, Machigin and Mehlich-3 extractable phosphorus, correlation analysis, equalizations of regression.*