

THE INFLUENCE OF APPLICATION OF FERTILIZERS AND LIMESTONE AMELIORANTS ON THE NUTRITION REGIME OF SOD-PODZOLIC SOIL FOR SOYBEAN GROWING IN CONDITIONS OF WESTERN POLISSIA

V.M. Poliovyi, S.M. Kulyk

Abstract. The results of researches of the influence of fertilization and aftereffects of various norms of limestone ameliorant on the dynamics of the nutritional regime of sod-podzolic soils in the conditions of Western Polissia of Ukraine are presented. It was established that the application of fertilizers and aftereffect of liming are effective agrotechnological measures that improve the nutritional regime of sod-podzolic soils.

In particular, the application of mineral fertilizers in a dose of $N_{40}P_{60}K_{60}$ on the background of straw applying as fertilizer at the aftereffect of two doses of limestone ameliorant contributed to the maximum increase in the content of mobile phosphorus compounds to 236.7–258.2 and mineral nitrogen compounds to 10.5–18.3 mg/kg soil, depending on the phase of development of soybean.

Application of organo-mineral fertilization system and aftereffect of 0.5–1.5 norms of limestone ameliorant contributed to the increase of the amount of mobile compounds of potassium to the middle level. The application of increased rate of mineral fertilizers ($N_{60}P_{90}K_{90}$) and aftereffect of 1.0 norm of lime provided the highest content of potassium mobile compounds at the level of 92.0–116.2 mg/kg of soil.

Keywords: sod-podzolic soil, liming, dose of lime, fertilizers, mineral compounds of nitrogen, mobile compounds of phosphorus and potassium

УДК 631.45:631.147

ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ҐРУНТОВОЇ РОДЮЧОСТІ ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

С. О. СИЧЕВСЬКИЙ, аспірант*

**О. Л. ТОНХА, доктор сільськогосподарських наук, доцент
кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів**

ім. проф. М. К. Шукли

Національний університет

біоресурсів та природокористування України

E-mail: oksana16095@gmail.com

**О. І. ВІТВИЦЬКА, старший науковий співробітник відділу
інноваційної діяльності та економіки**

ННЦ «Інститут землеробства НААН України»

Анотація. У роботі проведена оцінка доцільності застосування диференційного внесення добрив за показниками ґрунтової родючості чорнозему опідзоленого, а також визначено частки впливу факторів, які

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, доцент О. Л. Тонха

© С. О. Сичевський, О. Л. Тонха, О. І. Вітвицька, 2017

лімітують ефективність технологій вирощування пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої. Встановлено, що урожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому мала тісний прямий зв'язок із вмістом мінеральних сполук азоту в ґрунті (52%), кукурудзи на зерно із рухомими сполуками фосфору (55%), сої із агрофізичними показниками (51-62%). На чорнозему опідзоленому за коефіцієнтом варіації агрохімічних показників, який становив 21-58% доцільно застосовувати диференційне внесення азотних, фосфорних і калійних добрив.

Ключові слова: коефіцієнт варіації, диференційне внесення добрив, ґрунтові неоднорідності, статистичний аналіз

Актуальність. Сільськогосподарське виробництво складає значну частину валового внутрішнього продукту України і має бути рентабельним. В умовах сьогодення, коли відбуваються зміни клімату, збільшується вартість паливно-мастильних матеріалів і за відміни спеціального режиму оподаткування для аграріїв все більшої уваги набуває оптимізація ресурсів за вирощування продукції рослинництва. Одним з елементів управління поживним режимом ґрунту і живленням рослин є внесення мінеральних добрив. Класичний метод внесення ефективний на однорідних полях з рівним рельєфом, але не в змозі забезпечити потреби рослин у елементах живлення протягом сезону вегетації за ґрунтових неоднорідностей. Дефіцит та профіцит за окремими елементами може мати негативний вплив на ґрунтові процеси та погіршувати його властивості. Науково-технічні можливості системи точного землеробства дозволяють виявляти, враховувати неоднорідність, диференційовано впливати на ґрунт і за рахунок цього підвищувати рентабельність сільськогосподарського виробництва [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження з вивчення впливу ґрунтових неоднорідностей на врожайність сільськогосподарських культур набувають особливого значення із застосуванням інформаційних технологій точного землеробства, тому одержувані результати, як правило, свідчать про ефективність використання інтенсивних агротехнологій в умовах неоднорідності. Вирішення цієї проблеми в цілому пов'язано з необхідністю планування та проведення комплексних досліджень з управління продукційним процесом і розробкою нових агротехнічних прийомів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і їх високо-ефективного застосування в конкретних ґрунтово-агрохімічних умовах в системі точного землеробства. Проблему нерівномірного забезпечення ґрунту поживними елементами частково може вирішити диференційоване внесення добрив [3-6].

Для реалізації даної технології необхідні додаткові витрати на закупівлю техніки. Важливим завданням є встановлення меж варіювання значень агрохімічних показників, за яких дослідну ділянку (або ділянки) можливо вважати вирівняною. У роботі Б. Г. Розанова, пропонується вважати ділянку вирівняною за агрохімічними показниками, якщо значення коефіцієнта варіації не перевищує 25 % [1]. На думку С. Є. Вітківської,

методика оцінки неоднорідності поля повинна передбачати гнучку систему оцінок допустимого рівня варіювання того чи іншого показника, що враховує рівні вмісту елементів живлення в ґрунті і вплив варіабельності агрохімічних показників ґрунту на врожайність дослідної культури [4].

В Україні, вперше, описав підходи до визначення доцільності застосування елементів точного землеробства академік В. В. Медведєв [2]. У своїх роботах ключовим індикативним показником для прийняття рішення щодо переходу до використання елементів даної технології був прийнятний коефіцієнт варіації більше, ніж 20% за певними показниками.

Мета досліджень – оцінити доцільність застосування диференційного внесення добрив за показниками ґрунтової родючості чорнозему опідзоленого, визначити частку впливу факторів, які лімітують ефективність технологій вирощування пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводилися (2014-2016 рр.) на дослідних полях ТОВ “Лотівка Еліт”. Земельна ділянка знаходилась в північній частині Шепетівського району, в північно-західній частині Правобережного Лісостепу, що відноситься до північного агрокліматичного району області. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений середньосуглинковий на лесі. Зразки ґрунту відбиралися з 0-30 см шару ґрунту з контрольних точок згідно з ISO 10381-2 [8]. Підготовка до хімічного аналізу здійснювалася згідно ДСТУ ISO 11464-2001. Вміст рухомих форм фосфору і обмінного калію визначався за методом Чирікова, мінеральні сполуки азоту, обмінний магній, ємність катіонного обміну за методами, наведеними в «Агрохімічному аналізі» [9]. Збір урожаю здійснювався промисловими комбайнами, обладнаними системами картографування урожайності. Дані оброблялись методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим та з використанням комп’ютерних програм Microsoft Excel®, Statistica®, FarmWorks®.

Результати досліджень та їх обговорення. Вплив просторового варіювання агрохімічних властивостей на урожай буде значною мірою визначатися рівнем окультуреності ґрунту. Чим нижче рівень родючості ґрунту, тим ефективнішим є внесення добрив і яскравіше буде проявлятися вплив неоднорідності агрохімічних показників на урожай. За високого і дуже високого вмісту елемента живлення в ґрунті значимість впливу строкатості ділянки за вмістом даного елемента на варіювання врожаю буде знижуватися. Залежність врожаю від концентрації елемента в ґрунті в даному випадку буде відповідати ділянці кривої на плато. Тобто, значимість величини коефіцієнта варіації залежить від концентрації елемента в ґрунті. В наших дослідженнях лише за деякими ділянками вміст рухомих сполук фосфору характеризувався високими значеннями, решта агрохімічних і фізико-хімічних показників мали оптимальні для даного підтипу значення.

Статистичний аналіз агрохімічних і фізико-хімічних показників чорнозему опідзоленого наведений в таблиці 1. Чорнозем опідзолений досліджуваної ділянки характеризувався значної неоднорідністю за такими показниками: вмістом рухомих сполук фосфору (58%), амонійним азотом

(36%), обмінним калієм (21%), вмістом загального гумусу (20%) і співвідношенням калію до магнію. Коефіцієнт варіації решти показників агрохімічних і фізико-хімічних властивостей був більшим за 10%.

1. Статистичний аналіз агрохімічних і фізико-хімічних показників чорнозему опідзоленого

| Показник | Вміст рухомих сполук фосфору, мг/100 г | Обмінний калій, мг/100 г | Амонійний азот, мг/100 г | Нітратний азот, мг/100 г | Вміст мінеральних сполук азоту мг/100 г | Вміст загального гумусу, % | Вміст рухомих сполук магнію, мг/100 г | Ємність катіонного обміну, мг-екв/100 г | Співвідношення К/Мг |
|-------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|---|---------------------|
| Об'єм вибірки | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Середнє | 4,29 | 7,27 | 0,21 | 0,69 | 0,91 | 3,46 | 17,23 | 19,44 | 0,77 |
| Мінімальне значення | 2 | 5,4 | 0,12 | 0,52 | 0,7 | 2 | 14 | 17,07 | 0,2 |
| Максимальне значення | 9,46 | 10,85 | 0,47 | 1,01 | 1,20 | 4,90 | 24,00 | 27,78 | 1,10 |
| Мозм. показників в ряді | 7,46 | 5,45 | 0,35 | 0,49 | 0,50 | 2,90 | 10,00 | 10,71 | 0,90 |
| Стандартне відхилення | 2,55 | 1,23 | 0,08 | 0,11 | 0,13 | 0,69 | 2,27 | 2,35 | 0,16 |
| Коефіцієнт варіації, % | 58 | 21 | 36 | 16 | 14 | 20 | 13 | 12 | 20 |
| Нижній квартиль | 2,00 | 6,53 | 0,17 | 0,61 | 0,80 | 3,00 | 16,00 | 18,11 | 0,70 |
| Медіана | 3,52 | 7,07 | 0,18 | 0,66 | 0,90 | 3,45 | 17,00 | 18,75 | 0,80 |
| Верхній квартиль | 6,00 | 7,61 | 0,23 | 0,75 | 1,00 | 3,83 | 18,00 | 19,75 | 0,80 |

Допустимим можна вважати такий рівень варіювання агрохімічних параметрів ґрунту, за якого не спостерігається істотного впливу на варіювання врожаю дослідної культури [6, 7]. Для виявлення лімітуючих факторів продуктивності культур необхідно проаналізувати вплив параметрів ґрунтової неоднорідності на урожай і якість сільськогосподарських культур в умовах природної або штучно створеної неоднорідності ґрунтового покриву агроземів. Значення коефіцієнта варіації фізичних показників були менші 10%. За урожайністю культур значення коефіцієнта були більшими за 20% лише за вирощування кукурудзи на зерно.

Рівень варіювання агрофізичних параметрів ґрунту не мав істотного впливу на врожай пшениці озимої і сої. В таблиці 3 представлено кореляційний аналіз фізико-хімічних, агрохімічних і фізичних показників ґрунту і урожайності сільськогосподарських культур за вирощування на чорноземі опідзоленому.

2. Статистичний аналіз фізичних показників чорнозему опідзоленого і урожайності сільськогосподарських культур

| Показник | Водотривкість агрегатів, % | Пористість, % | Об'ємна щільність, % | Вміст фізичної глини, % | Водотривкість агрегатів, % | Урожайність пшениці озимої, | Урожайність кукурудзи на зерно, ц/га | Урожайність сої, ц/га |
|-------------------------|----------------------------|---------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Об'єм вибірки | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Середнє | 61,42 | 48,93 | 1,28 | 43,88 | 61,42 | 69,87 | 99,15 | 28,52 |
| Мінімальне значення | 49,7 | 42,4 | 1,18 | 36,8 | 49,7 | 54,8 | 55,6 | 22,7 |
| Максимальне значення | 72,60 | 54,00 | 1,37 | 50,60 | 72,60 | 81,60 | 129,00 | 32,20 |
| Мозм. показників в ряді | 22,90 | 11,60 | 0,19 | 13,80 | 22,90 | 26,80 | 73,40 | 9,50 |
| Стандартне відхилення | 5,84 | 3,37 | 0,05 | 2,75 | 5,84 | 6,41 | 21,83 | 2,49 |
| Коефіцієнт варіації, % | 9 | 7 | 4 | 6 | 9 | 9 | 22 | 9 |
| Нижній квартиль | 56,85 | 47,33 | 1,24 | 41,40 | 56,85 | 66,73 | 82,38 | 27,48 |
| Медіана | 61,70 | 49,05 | 1,29 | 43,70 | 61,70 | 70,55 | 108,3 | 28,60 |
| Верхній квартиль | 65,73 | 51,70 | 1,32 | 46,00 | 65,73 | 74,60 | 115,63 | 30,58 |

Аналіз коефіцієнтів кореляції показав, що між окремими фізичними, фізико-хімічними і агрохімічними показниками отримано тісний зв'язок. Так, деякі показники мали тісний прямий зв'язок: обмінний калій і рухомі сполуки фосфору (78%); вміст обмінного магнію з реакцією середовища (57%); рухомий фосфор (65); обмінний калій (57); ємність катіонного обміну (84); пористість і вміст мінеральних сполук азоту (52). А інша частина мала тісний зворотній зв'язок: загальний гумус і активна кислотність (-65%), щільність ґрунту і вміст мінеральних сполук азоту (-54); вміст фізичної глини і активна кислотність (-57%); рухомий фосфор (-54%); ємність катіонного обміну і вміст фізичної глини (-53%).

Урожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому мала тісний прямий зв'язок із вмістом мінеральних сполук азоту в ґрунті (52%), кукурудзи на зерно – із рухомими сполуками фосфору (55%), сої – із агрофізичними показниками, такими як пористість (51%), щільність ґрунту (51%) і вміст фізичної глини (62%). Отже, урожайність сої найбільше залежала від фізичних показників, які формують пористість ґрунту і технологічні операції, пов'язані з ними.

Висновки і перспективи. На досліджуваній ділянці чорнозему опідзоленого за коефіцієнтом варіації агрохімічних показників, який становив 21-58%, доцільно застосовувати диференційне внесення азотних, фосфорних і калійних добрив. На чорноземі опідзоленому урожайність пшениці озимої і кукурудзи на зерно залежала від агрохімічних, а сої – від агрофізичних показників і була обумовлена обробітком ґрунту.

3. Кореляційний аналіз фізико-хімічних, агрохімічних і фізичних показників ґрунту і урожайності сільськогосподарських культур за вирощування на чорноземі опідзоленому, %

| Показник | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. Активна кислотність | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Вміст рухомого фосфору | 41 | 100 | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Вміст обмінного калію | 20 | 78 | 100 | | | | | | | | | | | | |
| 4. Вміст мінеральних сполук азоту | -24 | -7 | 22 | 100 | | | | | | | | | | | |
| 5. Вміст загального гумусу | -65 | 1 | 29 | 49 | 100 | | | | | | | | | | |
| 6. Водотривкість агрегатів | -1 | 31 | 22 | 42 | 36 | 100 | | | | | | | | | |
| 7. Пористість | -15 | 26 | 35 | 52 | 38 | 41 | 100 | | | | | | | | |
| 8. Щільність ґрунту | 34 | -5 | -9 | -54 | -32 | -48 | -82 | 100 | | | | | | | |
| 9. Вміст фізичної глини | -57 | -54 | -20 | 17 | 45 | -28 | 8 | -6 | 100 | | | | | | |
| 10. Вміст обмінного магнію | 57 | 65 | 57 | 17 | 3 | 23 | 24 | -1 | -49 | 100 | | | | | |
| 11. Ємність катіонного обміну | 74 | 61 | 42 | 1 | -24 | 30 | 9 | 12 | -53 | 84 | 100 | | | | |
| 12. Співвідношення K/Mg | -52 | 4 | 46 | 24 | 47 | -3 | 20 | -21 | 44 | -40 | -52 | 100 | | | |
| 13. Урожайність пшениці озимої | -4 | -1 | 31 | 52 | 16 | 30 | 21 | -8 | 10 | -14 | -8 | 46 | 100 | | |
| 14. Урожайність кукурудзи на зерно | 55 | 8 | 11 | 19 | -11 | 20 | 24 | -5 | 11 | 17 | 30 | -9 | 32 | 100 | |
| 15. Урожайність сої | 6 | -8 | -10 | 7 | -4 | 1 | 51 | 51 | 62 | -30 | -12 | 11 | 37 | 22 | 100 |

Список використаних джерел

1. Розанов Б. Г. Расширенное воспроизводство почвенного плодородия (некоторые теоретические аспекты) / Б. Г. Розанов // Почвоведение. – 1987. – № 2. – С. 5-15.
2. Медведев В. В. Неоднородность почв точное земледелие [Текст]: научное издание. Ч. 1. Введение в проблему / В. В. Медведев. – Харьков: Изд-во "13 типография", 2007. – 296 с.
3. Шпаар Д. Я. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) / Д. Я. Шпаар, В. В. Захаренко, В. В. Якушев., 2009. – 234 с.
4. Витковская С.Е. Оценка пространственной неоднородности агрохимических параметров почвы в пределах делянки полевого опыта / С.Е. Витковская, А.А. Изосимова, П.В. Лекомцев // Агрохимия. 2010. № 3. С. 75–82.
5. Витковская С.Е. Внесение минеральных удобрений как фактор пространственной изменчивости агрохимических показателей почвы / Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулирование состояния и функционирования почвенного покрова / С. Е. Витковская, А. А. Изосимова, П. В. Лекомцев // Материалы Всероссийской научной конференции. М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии. 2011. - С. 725–728.
6. Самсонова В. П. Структуры пространственной вариабельности агрохимических свойств пахотной дерново-подзолистой почвы / В. П. Самсонова, Ю. Л. Мешалкина, Е. А. Дмитриев // Почвоведение.-1999. № 11. С. 1359–1366.
7. ISO 10381-2 Якість ґрунту - Відбір зразків - Частина 2: Настанови щодо методів відбору зразків– К., 2002. – 8 с.
8. ДСТУ 4115-2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору за модифікованим методом Чирікова –К., 2002. – 5 с. (Національний стандарт України).
9. Городній М. М. Агрохімічний аналіз: підручник / В. П. Каленський, А. Бикін, та ін. – К: Вид. «Арістей», 2007. – 487 с.

References

1. Rozanov B. (1987). Rasshirennoye vosproizvodstvo pochvennogo plodородiya (nekotoryye teoreticheskiye aspekty) [Extended reproduction of soil fertility (some theoretical aspects)]. Pochvovedenie, 2, 5-15.
2. Medvedev V. (2007). Neodnorodnost' pochv i tochnoye zemledeliye [Текст]: nauchne izdaniye. CH. 1. Vvedeniye v problemu [Inhomogeneity of soils and precise farming [Text]: the scientific edition. Part 1. Introduction to the problem]. Kharkov: Publishing house "13 printing house", 296.
3. Shpaar D., Zakharenko A., Yakushev V. (2009). Tochnoye sel'skoye khozyaystvo (Precision Agriculture). [Precision Agriculture]. SPb - Pushkin.
4. Vitkovskaya S., Izosimova A., Lekomtsev P. (2010). Otsenka prostranstvennoy neodnorodnosti agrokhimicheskikh parametrov pochvy v predelakh delyanki polevogo opyta [Estimation of spatial heterogeneity of agrochemical parameters of soil within the field of the field experiment]. Agrochemistry, 3, 75-82.
5. Vitkovskaya S., Izosimova A., Lekomtsev P. (2011). Vneseniye mineral'nykh udobreniy kak faktor prostranstvennoy izmenchivosti agrokhimicheskikh pokazateley pochvy / Zakonomernosti izmeneniya pochv pri antropogennykh vozdeystviyakh i regulirovaniye sostoyaniya i funktsionirovaniya pochvennogo pokrova [Introduction of mineral fertilizers as a factor of spatial variability of agrochemical soil indices. Regularities of soil changes under anthropogenic influences and regulation of the state and functioning of soil cover] . Proceedings of the All-Russian Scientific Conference. M.: Soil. Institute of. V. V. Dokuchaev Rosselkhozakademii, 725-728.

6. Samsonova V., Meshalkina Yu., Dmitriev E. (1999). Struktury prostranstvennoy variabel'nosti agrokhimicheskikh svoystv pakhotnoy dernovo-podzolistoy pochvy [Structures of spatial variability of agrochemical properties of arable sod podzolic soil] Pochvovedenie, 11, 1359-1366.

7. ISO 10381-2 Soil Quality - Sampling - Part 2: Guidelines for Sampling Methods- K., 2002. - 8 p.

8. DSTU 4115-2002. Soils Determination of mobile phosphorus compounds using the modified method Chirikova -K., 2002. - 5 p. (National Standard of Ukraine).

9. Gorodniy M., Kalensky V., Bykin A. and others.(2007). Ahrokhimichnyy analiz: [Pidruchnyk] [Agrochemical analysis: Tutorial]. K: View. "Ariste", 487.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

С. О. Сычевский, О. Л. Тонха, О. И. Витвицкая

***Аннотация.** В работе приведена оценка целесообразности применения дифференциального внесения удобрений, определена доля влияния факторов, которые лимитируют эффективность технологий выращивания озимой пшеницы, кукурузы на зерно, сои. Установлено, что урожайность пшеницы озимой на черноземе оподзоленном имела тесную прямую связь с содержанием минеральных соединений азота в почве (52%), кукурузы на зерно с подвижными соединениями фосфора (55%), сои с агрофизическими показателям (51-62%). На черноземе оподзоленном по коэффициенту вариации агрохимических показателей, который составлял 21-58% целесообразно применять дифференцированное внесение азотных, фосфорных и калийных удобрений.*

***Ключевые слова:** коэффициент вариации, дифференциальное внесения удобрений, почвенные неоднородности, статистический анализ*

SOIL FERTILITY PARAMETERS EVALUATION FOR IMPLEMENTATION OF DIFFERENTIATED FERTILIZATION

S. O. Sychevskiy, O. L. Tonha, O. I. Vitvitska

***Abstract.** In the work was to evaluate the expediency of using differential fertilization on the soil fertility indicators of chernozem podzolized, and also to determine the share of influence of factors that limit the effectiveness of technologies for growing winter wheat, maize for grain, and soy. For indicators of soil fertility of chernozem podzolized, the expediency of using differential fertilization was assessed, the share of influence of factors that limit the effectiveness of technologies for growing winter wheat, corn for grain, and soybean was determined. It was established that the yield of winter wheat on chernozem podzolized had a close direct relationship with the content of mineral nitrogen compounds in soil (52%), maize for grain with mobile phosphorus compounds (55%), soybean with agrophysical indicators (51-62%). For the coefficient of variation of agrochemical parameters in the chernozem podzolic, which was 21-58%, it is expedient to apply a differential of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers.*

***Keywords:** coefficient of variation, differential fertilization, soil heterogeneity, statistical analysis*