

УДК 581.131

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНІВ ДОСТУПНОГО ФОСФОРУ У ҐРУНТІ ДЛЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СОРТІВ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

М.П. Стахів, В.В. Швартау

Визначення рівнів доступного фосфору у ґрунті для високопродуктивних сортів озимої пшениці. – М.П. Стахів, В.В. Швартау. – Досліджено залежність між накопиченням фосфору в органах рослин високопродуктивних сортів озимої пшениці, вмістом пігментів у листках та зерновою продуктивністю. Показано можливість використання рівня накопичення фосфору в органах у якості індексу фосфорного живлення рослин пшениці.

Ключові слова: *Triticum aestivum L.*, озима пшениця, високопродуктивні сорти, рівень фосфорного живлення, вміст фосфору в рослинах.

Адреса: Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, 03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17, e-mail: stahiv@ukr.net, schwartau@mail.ru

Determination on the levels of available phosphorus in soils for highly productive varieties of winter wheat. – M.P. Stakhiv, V.V. Schwartau. – Dependence between phosphorus accumulation in the organs of plants of highly productive varieties of winter wheat, content of pigments in leaves and productivity was investigated. Possibility of use of the phosphorus accumulation level in organs as an index of phosphorus nutrition of wheat plants was shown.

Key words: *Triticum aestivum L.*, winter wheat, highly productive varieties, phosphorus nutrition levels, content of phosphorus in plants.

Address: Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine, 03022, Vasylkivska str., 31/17, Kiev, e-mail: stahiv@ukr.net, schwartau@mail.ru

Вступ

Одним із визначальних факторів для розвитку рослин є рівень забезпеченості фосфором. Фосфор створює енергетичну основу й енергетичний резерв рослинних клітин, де всі найважливіші біохімічні процеси здійснюються з його участю, оскільки він входить до складу нуклеїнових кислот, нуклеотидів, ферментів і продуктів фотосинтетичного та дихального циклів [2].

Пошук оптимальних методів визначення фосфатного стану ґрунтів, передусім рівнів доступного для рослин фосфору, відноситься до складних питань рослинництва із фундаментальним та прикладним значенням. В останні роки у світовій практиці оцінка фосфатного стану ґрунтів проводиться за допомогою хімічних екстрагентів, іонообмінних смол (іонообмінна хроматографія), ізотопно-обмінного та біологічного методів. Як екстрагенти використовуються вода, розчини органічних і мінеральних кислот, фторидів, лугів, солей, а також багатокомпонентні суміші. Одним із поширених методів визначення вмісту рухомого фосфору в ґрунтах є метод Чирикова, суть якого полягає у вилученні рухомих сполук фосфору

розчином оцтової кислоти. Значення рН екстрагента становить 2,5, тобто цей метод належить до так званих жорстких методів. Метод Мачигіна ґрунтується на вилученні рухомих сполук фосфору з ґрунту 1 %-м розчином вуглекислого амонію з рН екстрагента 9,0. В останні роки в світі широко стали використовуватись методи на основі фтористого амонію: Bray-Kurtz 1, Bray-Kurtz 2, Kelowna, Mehlich, Соколова та ін. З методів, заснованих на використанні лужних розчинів найбільш поширеним є метод Олсена [1, 8].

Однак, всі ці методи є опосередкованими та емпірично зв'язані з доступністю фосфору для рослин. Вони відрізняються за ефективністю екстракції фосфору з різних пулів і жоден із них не визнаний як достатньо репрезентативний відносно кількості доступного для рослин фосфору [11, 13]. Тому було запропоновано тест на поглинання фосфору рослинами в якості індексу доступності фосфору у ґрунті. Дані дослідження проводились для розробки цього підходу так, щоб можна було врахувати зміни доступності фосфору через його швидку

трансформацію після внесення фосфорних добрив [10, 12].

Відомий високий рівень сортової специфічності фосфорного живлення озимої пшениці. Практично не дослідженими залишаються питання впливу фосфорного живлення на перебіг основних фізіолого-біохімічних процесів у сучасних сортів зернових, у тому числі короткостеблових озимої пшениці. Це сорти нового високоінтенсивного типу з поліпшеними морфологічними, агробіологічними, адаптивними і господарсько-економічними ознаками та високим генетичним потенціалом урожайності [4, 5]. Слід зазначити, що для цих сортів фізіологічні показники при змінах рівня фосфорного живлення залишаються недослідженими. Тому важливим є вивчення фізіологічних процесів, які відбуваються у рослинах пшениці короткостеблових сортів за різних умов фосфорного живлення, а також їх зв'язку із зерновою продуктивністю. Це необхідно для оптимізації системи мінерального живлення рослин високопродуктивних генотипів озимої пшениці.

Метою нашої роботи було визначення оптимальних рівнів фосфорного живлення шляхом встановлення оптимумів накопичення фосфору у рослинах та впливу різних рівнів фосфорного живлення на фізіологічні показники і зернову продуктивність рослин озимої пшениці короткостеблового та середньорослого сортів.

Умови та методи досліджень

Об'єктами досліджень були сорти озимої пшениці Ятрань 60 – короткостебловий та Фаворитка – середньорослий. Рослини вирощували на сірому опідзоленому ґрунті в 12-кілограмових посудинах. Вміст фосфору в ґрунті без додавання фосфорного добрива (контроль) становив 0,140 мг/кг у розрахунку на P_2O_5 . Фосфорне добриво у формі простого суперфосфату додатково вносили в дозах 0,236, 0,473 і 0,710 г/кг P_2O_5 . Крім того, в усіх варіантах досліді і контролі вносили азот у формі аміачної селітри з розрахунку за діючою речовиною 0,176 г/кг ґрунту і калій у формі хлориду калію – 0,130 г/кг ґрунту. Вологість ґрунту підтримували на рівні 60-70 % повної вологоємності (ПВ). Повторність дослідів – 5-кратна.

У фазу цвітіння визначали вміст фосфору в сухій речовині по органах рослин, визначення проводили колориметрично [3]. Вміст хлорофілів і каротиноїдів визначали за стандартною методикою шляхом екстракції пігментів ДМСО з подальшим визначенням спектрів поглинання на спектрофотометрі СФ 26 (Росія) [14].

Наприкінці вегетації визначали масу зерна з колоса головного пагона рослин.

Результати статистично оброблені в Excel.

Результати та обговорення

Отримані нами результати свідчать, що у короткостебловосорту Ятрань 60 вміст фосфору в колосі і листках був найбільшим при додатковому внесенні його в ґрунт у дозі 0,473 г/кг, що на 24,8 % та 19,7 % відповідно перевищував контроль (рис. 1). Вміст фосфору у стеблі рослин цього ж сорту був найвищим при додатковому внесенні 0,236 г/кг і перевищував контроль на 18,4 %.

Для середньорослого сорту Фаворитка найвища інтенсивність накопичення фосфору у надземній масі спостерігалась при додатковій дозі його у ґрунті 0,236 г/кг, зокрема, у колосі вміст фосфору збільшувався на 22,1 %, у листках – на 50,3 % відносно контролю (рис. 2). Вміст фосфору у стеблах рослин цього сорту зростав при підвищенні рівня фосфорного живлення і найбільша інтенсивність накопичення спостерігалась при додатковій дозі його у ґрунті 0,710 г/кг, що на 25,0 % перевищує контроль.

Проте підвищення дози фосфорного добрива до 0,710 г/кг ґрунту призводило до зниження вмісту фосфору в рослинах обох сортів.

Вміст фосфору в різних органах рослин у фазу цвітіння варіював. Так, колос і листки характеризувались вищим вмістом фосфору, ніж стебло, що співпадає із більш інтенсивним рівнем метаболізму цих органів і підвищеними потребами в його енергетичному забезпеченні, де сполуки фосфору відіграють ключову роль [1].

Виходячи з результатів наших дослідів, у Фаворитки оптимальна доза фосфорного підживлення (за показниками вмісту у сухій речовині органів) була нижчою, ніж у Ятрань 60 – 0,236 і 0,473 г/кг відповідно, що свідчить про більшу вимогливість короткостебловосорту до умов фосфорного живлення, ніж середньорослого.

Сорти більш ранніх років селекції відрізняються більшою кількістю дрібних продихів на листках і порівняно низьким вмістом пігментів. Практично всі сучасні сорти, навпаки, відмічаються високим вмістом хлорофілу і малою кількістю продихів. Такі зміни визначально послужили однією із причин підвищення продуктивності і зниження адаптивних можливостей інтенсивних сортів [6].

У сорту Ятрань 60 найбільший вміст хлорофілу *a* та каротиноїдів спостерігався при додатковій дозі 0,473 г/кг, що на 14,6 % та 8,3 % перевищує контроль, а у сорту Фаворитка найвищий вміст хлорофілів відзначено при 0,236 г/кг і на 26,4 % та 52,6 % зростав в порівнянні з контролем. Ці дані співпадають із максимальними величинами вмісту фосфору у сухій речовині листків.

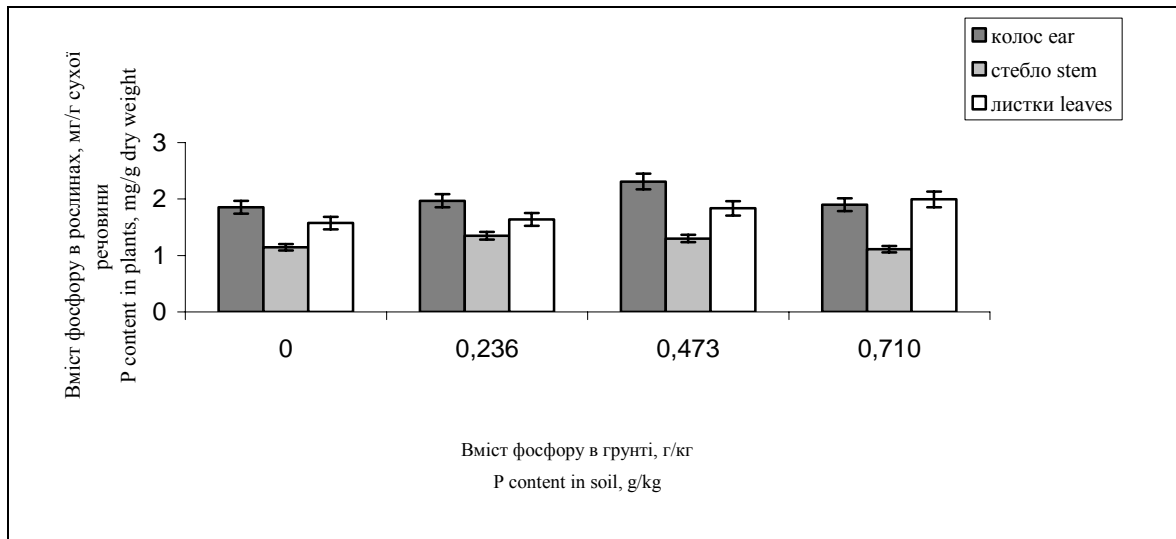


Рис.1 Вміст фосфору у надземній масі рослин сорту Ятрань 60
Fig. 1 P content in overground parts of plants of Yatran 60 variety

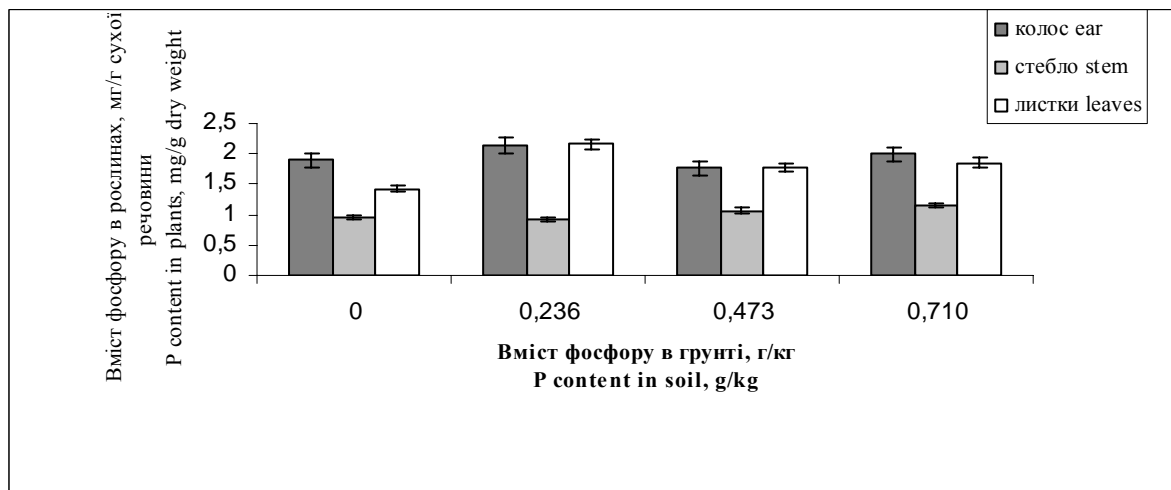


Рис. 2 Вміст фосфору у надземній масі рослин сорту Фаворитка
Fig. 2 P content in overground parts of Favoritka variety

Підвищення дози фосфору у ґрунті понад оптимальну призводило до зменшення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках обох сортів практично до контрольного рівня.

Отримані результати свідчать, що пігментна система прапорцевого листка у сорту Ятрань 60 чутливіша до рівня фосфорного живлення, ніж сорту у Фаворитка, і більше потребує його оптимізації

Фосфорне живлення є одним із визначальних показників при формуванні високих урожаїв рослин, зокрема пшениці [9]. Найвищою була зернова продуктивність у сорту Ятрань 60 при додатковому внесенні фосфорного добрива у ґрунт 0,473 г/кг і відрізнялася від контролю на 25,3 % (табл. 2). Для сорту Фаворитка оптимальною виявилась концентрація фосфору

0,236 г/кг, при якій продуктивність рослин зростала на 23,3 %.

Перевищення оптимальної дози або відсутність додаткового підживлення призводили до зниження зернової продуктивності рослин обох сортів.

Показано, що при підвищенні фону фосфорного живлення істотно зростає інтенсивність накопичення фосфору у прапорцевих листках, вміст фотосинтетичних пігментів та зернова продуктивність рослин озимої пшениці. Отримані дані свідчать про відмінність оптимальних концентрацій фосфору для кожного із досліджуваних сортів пшениці.

Таблиця 1 Вплив різних рівнів фосфорного живлення на вміст пігментів у прапорцевих листках рослин озимої пшениці, мг/г сирої речовини

Table 1 The influence of different levels of P nutrition on pigment content in second-to-last leaves of winter wheat plants, mg/g fresh weight

Варіант	хл <i>a</i>	хл <i>b</i>	хл <i>a+b</i>	каротиноїди
Ятрань 60				
Контроль	1,43 ± 0,08	0,63 ± 0,02	2,06	0,60 ± 0,02
0,236	1,47 ± 0,09	0,73 ± 0,04	2,20	0,63 ± 0,01
0,473	1,64 ± 0,11	0,65 ± 0,03	2,29	0,65 ± 0,03
0,710	1,54 ± 0,11	0,64 ± 0,20	2,17	0,61 ± 0,20
Фаворитка				
Контроль	1,47 ± 0,10	0,57 ± 0,02	2,27	0,54 ± 0,05
0,236	2,15 ± 0,09	0,87 ± 0,05	3,02	0,55 ± 0,04
0,473	1,76 ± 0,11	0,76 ± 0,07	2,52	0,57 ± 0,03
0,710	1,70 ± 0,09	0,58 ± 0,05	2,05	0,56 ± 0,04

Примітка. хл – хлорофіл.

Таблиця 2 Вплив різних рівнів фосфорного живлення на масу зерна з одного колоса головного пагона рослин озимої пшениці

Table 2 The influence of different levels of P nutrition on weight of grain from one spike of head shoot of winter wheat plants

Варіант	Ятрань 60		Фаворитка	
	г	% до контролю	г	% до контролю
Контроль (без внесення добрива)	0,75 ± 0,04	100	0,77 ± 0,01	100
Додаткове внесення фосфорного добрива у дозі (г/кг):				
0,236	0,88 ± 0,05	117,4	0,95 ± 0,03	123,3
0,473	0,94 ± 0,05	125,3	0,86 ± 0,02	111,6
0,710	0,86 ± 0,05	114,6	0,83 ± 0,01	107,7
НІР _{0,5}	0,12	-	0,10	-

Висновки

Встановлено, що концентрації фосфору в рослинах суттєво варіюють із змінами фону фосфору у ґрунті. Для високопродуктивних сортів озимої пшениці оптимуми рівня фосфорного живлення, накопичення фосфору в органах рослин, вмісту пігментів та зернової продук-

тивності співпадають. Це свідчить про можливість визначення рівня накопичення фосфору в органах як індексу фосфорного живлення рослин і його застосування для оптимізації систем живлення високопродуктивних сортів озимої пшениці.

1. Агрохімічний аналіз: Підручник / Городній М.М., Лісовал А.П., Бикін А.В. та ін. / За ред. Городнього М.М. – 2-ге видання. – К.: Арістей, 2005. – 476 с.
2. Гуляев Б.И., Патыка В.П. Фосфор как энергетическая основа процессов фотосинтеза, роста и развития растений // Агроэкологический журнал. – 2004. – № 2. – С. 3–9.
3. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогрив П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. – Київ: Дія, 2005. – 288 с.
4. Кумаков В.А., Березина О.В., Игошин А.П. и др. Биологические особенности короткостебельных сортов пшеницы // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1990. – № 2. – С. 288–293.
5. Морган В.В., Логвиненко В.Ф. Мутационная селекция пшеницы. – К.: Наук. думка, 1995. – 652 с.
6. Пшеницы мира / Под ред. Дорофеева В.Ф. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 486 с.
7. Уліч О.Л. Нове покоління низькорослих і напівкарликових сортів пшениць // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 5. – С. 18–22.
8. Якість ґрунтів та сучасні системи удобрення / За ред. Д. Мельничука, Дж. Хофман, М. Городнього. – К.: Арістей, 2004. – 488 с.
9. Batten G. D. A review of phosphorus efficiency in wheat // Plant and Soil – 1992. – 146. – P. 163–168.
10. Black C.A. Soil fertility evaluation and control. – Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. – 1993. – 768 p.
11. Castro B. Torrent J. Phosphate availability in calcareous vertisols and inceptisols in relation to fertilizer type and soil properties // Fertilizer Res. – 1995. – 40. – P. 109–119.
12. Lee R. B., Ratcliff R. G., Southon T.E. ³¹P NMR measurements of the cytoplasmic and vacuolar P_i content of mature maize roots: Relationships with phosphorus fluxes // J. Exp. Bot. – 1990. – 41. – P. 1063–1078.
13. Qian P, Schoenau J. Fractionation of P in soil as influenced by a single addition of liquid swine manure // Can. J. Soil Sci. – 2000. – 80. P. 561–566.
14. Wellburn A.R. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution // Plant Physiol. – 1994. – 144. – P. 307–313.

Отримано: 10 листопада 2007 р.

Прийнято до друку: 27 листопада 2007 р.