

УДК 631.4:631.8

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН І МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ЗДАТНІСТЬ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ ВИКОРИСТОВУВАТИ ФОСФОР ТРИКАЛЬЦІЙФОСФАТУ

О.Є. ДАВИДОВА,¹ М.Д. АКСИЛЕНКО,¹ В.М. МОКРИНСЬКИЙ,¹ А.П. ГАЄВСЬКИЙ,¹ Т.В. МАТЮША²

¹Науково-інженерний центр «АКСО» Національної академії наук України
02160 Київ, Харківське шосе, 50
e-mail: selit@ua.fm

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
03056 Київ, просп. Перемоги, 37
e-mail: biotech@ntu-kpi.kiev.ua

У вегетаційних дослідках показано, що сорти озимої пшениці, які формують в умовах дефіциту фосфору розвинену кореневу систему з високими фізіологічною активністю та інтенсивністю ексудації кислот, мають підвищену здатність до використання фосфору трикальційфосфату. В інших сортів підвищити цю здатність можна застосуванням для передпосівної обробки насіння біологічно активних речовин — регуляторів росту і розвитку рослин, антиоксидантів, макро- і мікроелементів. Для кожного сорту пшениці біологічно активні речовини та їх дози для підвищення здатності рослин використовувати фосфор трикальційфосфату потрібно визначати індивідуально.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* L., пшениця, біологічно активні речовини, мікроелементи, фосфорне живлення, трикальційфосфат.

В Україні площа ріллі з низьким і середнім вмістом доступного для рослин фосфору становить близько 18 млн га, середньозважений його вміст у ґрунтах — 9,8 мг за оптимального — 16 мг P₂O₅ на 100 г ґрунту. В останні роки кількість макроелементів, які вносять на 1 га посівної площі, значно зменшилась: фосфору — із 40—46 до 3—4, азоту — із 60 до 5—15, калію — із 35 до 1—2 кг діючої речовини [8].

Дефіцит фосфорного живлення спричинює в тканинах рослин, зокрема провідної зернової культури України — пшениці, порушення ключових метаболічних процесів — фосфорилування, біосинтезу білка і фітогормонів, зменшення накопичення в клітинному соку розчинних вуглеводів, що призводить до зниження врожаю зерна, його якості, зимово- й морозостійкості посівів, стійкості до вилягання, нерідко — до загибелі посівів. Отже, дефіцит фосфору є стресовою ситуацією для пшениці, яку як культуру відносять до найчутливіших, слабо адаптованих до цього стресу, що найбільше потерпає від нього і супроводжується значними збитками [16].

Адаптивні реакції пшениці на дефіцит фосфорного живлення, наявність в основних типах ґрунтів України великих запасів валового, практично недоступного для рослин фосфору (до 3—4 т P₂O₅ на 1 га орного шару) дають реальні можливості для зменшення дефіциту фосфору

в живленні пшениць розробкою і застосуванням хіміко-біологічних засобів, які сприятимуть поліпшенню фосфорного живлення рослин у разі використання ними фосфору важкорозчинних ґрунтових мінеральних та органічних фосфатів. Такі препарати в умовах дефіциту фосфору мають позитивно впливати на розвиток і фізіологічну активність кореневої системи, інтенсивність ексудації нею кислих фосфатаз, органічних кислот, на процес фотосинтезу й накопичення органічної речовини, виявляти антиоксидантну дію, сприяти підвищенню засвоєння рослинами фосфору з ґрунту і добрив [2, 5, 10, 11, 17].

Мета роботи — дослідження впливу регуляторів росту і розвитку рослин (PPP) фітогормональної дії, антиоксидантів і мікроелементів на здатність рослин пшениці використовувати фосфор трикальційфосфату — важливої складової важкорозчинних мінеральних ґрунтових фосфатів.

Методика

Об'єктами досліджень були пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) озима сорту Смуглянка і селекційної лінії (с.л.) УК 1057 (селекції Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, Київ) та пшениця тверда (*Triticum durum* L.) сорту Лагуна (селекції Селекційно-генетичного інституту НААН України, Одеса).

Передпосівну обробку насіння проводили методом напіввологого протруювання препаратом максим стар 025 FS (1,5 л/т). Робочий розчин готували із розрахунку 21,5 л (20 л води, 1,5 л протруйника), біологічно активні речовини (БАР) вводили безпосередньо в розчин протруйника. Оброблене насіння протягом 1 доби пророщували в термостаті за 26 °С. Проростки висаджували у вегетаційні посудини місткістю 3 л, маса сухого піску в посудині — 2,4 кг, вологість — 70 % ПВ. Кількість рослин на посудину — 15, повторність — 12-разова, тривалість дослідів — 21 доба. Освітлення — 5—6 тис. лк, світловий період — 12,5 год/доба. Проростки вирощували на промитому від фосфатів та прожареному кварцовому піску фракції 2—3 мм на поживному середовищі Хогланда—Арнона за відсутності сполук фосфору [4]. Джерелом фосфору слугував найпоширеніший у переважній більшості ґрунтів, сприятливих для пшениць, важкорозчинний мінеральний фосфат — трикальційфосфат.

У 21-добових рослин визначали:

- кількість органічних кислот в корневих ексудатах за методом Коренмана [6];
- вміст малонового діальдегіду (МДА) — за методикою [14].

Морфологію кореневої системи вивчали після попереднього фарбування її у 0,1 %-му водному розчині фуксину з подальшим визначенням кількості та сумарної довжини зародкових коренів і бічних коренів однієї рослини.

Вміст сухої речовини в рослинних зразках встановлювали термогравіметричним методом. У сухих зразках рослин після їх мокрого озонення за методом Гінзбург визначали вміст загального фосфору фотометрично за Деніже в модифікації Левицького [3].

Як біологічно активні речовини для передпосівної обробки насіння використовували лігногумат калію та його комплекс із мікроелементами, PPP триман-1, як антиоксиданти — селенат натрію [1, 12, 13], саліцилово кислоту [7, 9, 15, 18, 19], сульфат натрію, бензойну кислоту. У деяких варіантах дослідів застосовували суміш мікроелементів (Zn + Cu + B +

+ Mn + Mo + Co у співвідношенні 10 : 17 : 3 : 8 : 5 : 4, де бор — у формі борної кислоти, цинк, мідь, манган, кобальт — сульфатів, молібден — молібдату амонію), а також солі, що містили основні поживні макроелементи: дигідрофосфат калію та вуглеамонійні солі (ВАС — гідрокарбонат амонію з домішкою 4—6 % карбонату амонію).

Для вегетаційних дослідів брали БАР, які в лабораторних дослідах із первинного скринінгу забезпечували найкращу схожість та найвищу енергію проростання насіння відповідного сорту. Схеми дослідів наведено в таблиці.

Результати оброблені статистично методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерних програм Excel та Agrostat.

Результати та обговорення

У таблиці вміщено результати визначення впливу БАР на накопичення сухої речовини і винос фосфору 21-добовими рослинами за їх вирощування на субстраті з трикальційфосфатом. Згідно з ними, найістотніше відносно контролю (на 15—33 %) накопичення сухої речовини цілими рослинами пшениці сорту Смоглянка підвищували саліцилова кислота, її суміш із селенатом натрію, лігногумат калію; с.л. УК 1057 — саліцилова кислота та її амонійна сіль (варіант СК, 140 мг/т + ВАС, 88 мг/т). Застосування БАР практично не вплинуло на накопичення сухої речовини 21-добовими рослинами твердої пшениці сорту Лагуна. Тільки за використання суміші мікроелементів і селенату натрію відмічено тенденцію до підвищення цього показника (на 4—5 %). Усі застосовані БАР сприяли збільшенню маси надземної частини рослин пшениці сорту Смоглянка. У с.л. УК 1057 вірогідне збільшення (на 20—22 %) маси надземної частини рослин забезпечували тільки саліцилова кислота та її амонійна сіль. У сорту Лагуна — БАР практично не впливали на масу надземної частини рослин.

Більшість застосованих БАР забезпечила збільшення маси і кореневої системи: у сорту Смоглянка — в разі обробки саліциловою кислотою, її сумішшю із селенатом натрію, лігногуматом калію; у с.л. УК 1057 — саліциловою кислотою, її амонійною сіллю, сумішшю ВАС з KH_2PO_4 ; у сорту Лагуна — у варіантах з обробкою селенатом натрію, сумішшю мікроелементів, саліциловою кислотою.

Надземна частина рослин пшениці сорту Смоглянка виносила на 8—14 % більше фосфору відносно контролю у варіантах із застосуванням селенату натрію разом із саліциловою кислотою, а також селенату натрію окремо; у с.л. УК 1057 — саліцилової кислоти з ВАС і тільки саліцилової кислоти. Тверда пшениця сорту Лагуна за цим показником в усіх варіантах дослідів не дала позитивного результату.

Коренева система пшениці сорту Смоглянка виносила на 55—70 % більше фосфору за використання саліцилової кислоти та її суміші з селенатом натрію. У с.л. УК 1057 відмічено лише тенденцію до підвищення цього показника у варіантах дослідів із застосуванням саліцилової кислоти та її амонійної солі. Коренева система пшениці сорту Лагуна на 12—20 % збільшувала винос фосфору в разі обробки саліциловою кислотою, селенатом натрію та сумішшю мікроелементів.

Збільшення на 15—25 % виносу фосфору цілими рослинами пшениці сорту Смоглянка забезпечило застосування саліцилової кислоти, її суміші з селенатом натрію та окремо селенату натрію. У с.л. УК 1057

Вплив передпосівної обробки насіння озимої пшениці біологічно активними речовинами на накопичення сухої речовини і вмісту фосфору 21-добовими рослинами за їх вирощування на субстраті з $Ca_3(PO_4)_2$ як джерелом фосфорного живлення

Варіант передпосівної обробки насіння	Маса абсолютно сухої ретовини,			Вміст рослинного фосфору,		
	Наземна частина	Коренева система	Ціла рослина	Наземна частина	Коренева система	Ціла рослина
Сорт Смуглянка						
1. Максим стар 025 FS, 1,5 л/т (контроль)	2,18 ± 0,07	0,96 ± 0,05	3,14	28,9 ± 1,3	12,9 ± 0,5	41,8
2. Лігноумат калію, 100 г/т	2,51 ± 0,08	1,09 ± 0,05	3,60	29,6 ± 1,4	15,0 ± 0,6	44,6
3. Лігноумат калію + ME, 100 г/т	2,37 ± 0,10	1,02 ± 0,04	3,39	29,7 ± 1,4	14,6 ± 0,5	44,3
4. Na_2SeO_4 , 20 мг/т	2,45 ± 0,10	1,06 ± 0,04	3,51	31,3 ± 1,5	17,0 ± 0,7	48,3
5. Саліцилова кислота, 140 мг/т	2,83 ± 0,12	1,33 ± 0,06	4,16	30,4 ± 1,4	21,9 ± 0,8	52,3
6. Na_2SeO_4 , 20 мг/т + саліцилова кислота, 140 мг/т	2,69 ± 0,13	1,11 ± 0,05	3,80	32,8 ± 1,5	19,5 ± 0,7	52,3
Лінія УК 1057						
1. Максим стар 025 FS, 1,5 л/т (контроль)	4,10 ± 0,17	1,67 ± 0,07	5,77	34,0 ± 1,6	16,0 ± 0,7	50,0
2. Саліцилова кислота, 140 мг/т	5,90 ± 0,23	1,86 ± 0,09	6,86	37,4 ± 1,7	15,8 ± 0,7	53,2
3. Саліцилова кислота, 140 мг/т + ВАС, 400 г/т	4,34 ± 0,20	1,9 ± 0,07	5,83	37,9 ± 1,7	13,1 ± 0,6	51,0
4. Саліцилова кислота, 140 мг/т + ВАС, 400 г/т + KH_2PO_4 , 100 г/т	4,25 ± 0,20	1,57 ± 0,07	5,82	29,8 ± 1,5	15,4 ± 0,7	45,2
5. ВАС, 400 г/т + KH_2PO_4 , 100 г/т	4,40 ± 0,21	1,90 ± 0,09	6,30	31,2 ± 1,6	16,7 ± 0,7	47,9
6. Саліцилова кислота, 140 мг/т + ВАС, 88 мг/т (саліцилат амонію)	4,94 ± 0,23	1,92 ± 0,08	6,86	35,8 ± 1,7	16,9 ± 0,8	52,7
Сорт Лагуна						
1. Максим стар 025 FS, 1,5 л/т (контроль)	3,34 ± 0,17	1,20 ± 0,07	4,54	34,1 ± 1,6	11,9 ± 0,6	46,0
2. Na_2SeO_4 , 20 мг/т	3,35 ± 0,17	1,38 ± 0,07	4,73	33,9 ± 1,7	13,9 ± 0,7	47,8
3. Na_2SO_3 , 20 г/т	3,06 ± 0,14	1,29 ± 0,06	4,35	33,1 ± 1,7	13,0 ± 0,6	46,1
4. Суміш мікроелементів, 10 г/т	3,42 ± 0,17	1,36 ± 0,07	4,78	33,3 ± 1,6	13,2 ± 0,6	46,5
5. Саліцилова кислота, 140 мг/т	3,12 ± 0,15	1,34 ± 0,06	4,46	32,8 ± 1,6	14,2 ± 0,7	47,0
6. Бензойна кислота, 1200 мг/т	3,22 ± 0,15	1,33 ± 0,06	4,55	34,3 ± 1,7	12,8 ± 0,6	47,1

тенденція до підвищення цього показника відмічена в разі обробки саліциловою кислотою та її амонійною сіллю, у сорту Лагуна — лише у варіанті з обробкою селенатом натрію.

Слід зазначити, що використане у дослідах насіння (в перерахунку на 100 насінин) містило фосфор: сорту Смуглянка — 39,1; с.л. УК 1057 — 43,7; сорту Лагуна — 39,1 мг P_2O_5 . Єдиним джерелом фосфору в субстраті був трикальційфосфат, тому винос рослинами фосфору, який перевищував його вміст у насінні, може бути обумовлений тільки збільшенням здатності рослин використовувати фосфор із трикальційфосфату. За 21 добу росту контрольні рослини засвоїли фосфор із трикальційфосфату в такій кількості, мг P_2O_5 на 100 рослин: с.л. УК 1057 — 6,3, сорту Лагуна — 6,9, сорту Смуглянка — 2,7. Підвищена здатність рослин перших двох генотипів без застосування БАР використовувати фосфор трикальційфосфату — єдиного джерела фосфору — може бути пов'язана з більшою розвиненою в цьому разі і фізіологічно активною кореневою системою: більшими на 14—18 % кількістю зародкових коренів та їх сумарної довжини, більшою кількістю бічних коренів і на 20—80 % — їх сумарної довжини, майже на 20 % — робочої вбирної поверхні кореневої системи. Однак ці генотипи, на відміну від сорту Смуглянка, були менш чутливі до застосованих БАР для передпосівної обробки насіння з метою поліпшення живлення рослин фосфором трикальційфосфату.

Теоретично збільшення використання рослинами фосфору трикальційфосфату значною мірою має забезпечуватись посиленням кореневої ексудації органічних кислот, які утворюють комплексні кальцієві солі й вивільняють при цьому з фосфату кальцію аніони ортофосфорної кислоти, доступні для живлення рослин. Проте у більшості варіантів не відмічено позитивної кореляції між цими показниками.

Більшість досліджених БАР позитивно впливала на морфологію кореневої системи рослин пшениці (рис. 1).

Передпосівна обробка насіння пшениці сорту Смуглянка розчинами саліцилової кислоти, селенату натрію і найбільшою мірою — їх сумішню обумовила збільшення у рослин кількості зародкових коренів із 4,4 до 5,0, на 55—90 % — їх сумарної довжини, на 54—62 % — кількості бічних коренів та їх сумарної довжини. Такі зміни у морфології кореневої системи позитивно корелюють із накопиченням рослинами сухої речовини та виносом ними фосфору.

Найбільший позитивний вплив на морфологію кореневої системи рослин с.л. УК 1057 чинили суміш KH_2PO_4 з ВАС, саліцилова кислота та її амонійна сіль: збільшення на 27—33 % довжини зародкових коренів, на 36—61 % — кількості й довжини бічних коренів, на 18—26 % — кількості коренів III порядку. Ці зміни у морфології кореневої системи позитивно корелювали тільки з накопиченням сухої речовини рослинами. Щодо виносу рослинами фосфору в цих варіантах, відмічено тільки тенденцію до його збільшення (на 5,4—6,4 % порівняно з контролем).

У контрольних рослин твердої пшениці сорту Лагуна на трикальційфосфаті за 21 добу формувалась дуже розвинена коренева система з 5,2 зародковими коренями, 117 бічними коренями і 25 коренями III порядку в середньому на 1 рослину. Серед застосованих БАР у досліді з цим сортом на довжину зародкових коренів вірогідно вплинули селенат натрію, суміш мікроелементів та сульфат натрію, на кількість й, особливо, довжину бічних коренів і коренів III порядку — селенат натрію, саліцилова кислота, суміш мікроелементів. Ці сполуки сприяли збільшенню

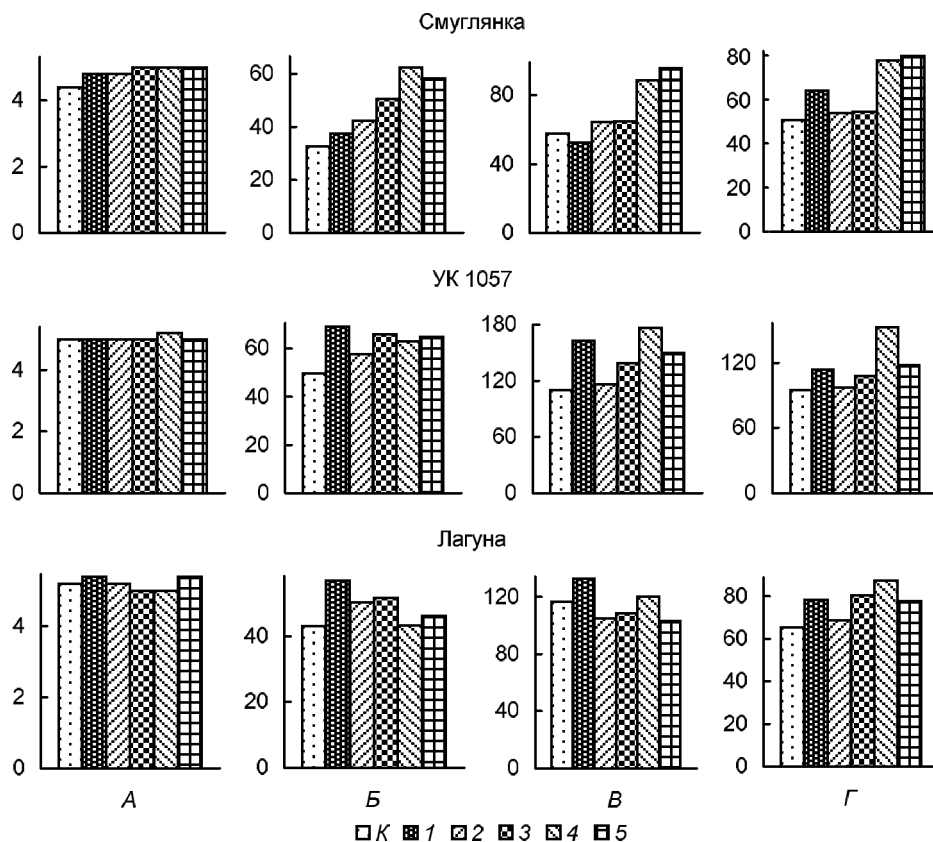


Рис. 1. Вплив передпосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на морфологію кореневої системи 21-добових рослин озимої пшениці:

сорт Смуглянка: максим стар 025 FS, 1,5 л/т (контроль); 1 — лігногумат калію, 100 г/т; 2 — лігногумат калію з мікроелементами, 100 г/т; 3 — Na_2SeO_4 , 20 мг/т; 4 — саліцилова кислота, 140 мг/т; 5 — Na_2SeO_4 , 20 мг/т + саліцилова кислота, 140 мг/т;

УК 1057: максим стар 025 FS, 1,5 л/т (контроль); 1 — саліцилова кислота, 140 мг/т; 2 — саліцилова кислота, 140 мг/т + ВАС, 400 г/т + KN_2PO_4 , 100 г/т; 3 — саліцилова кислота, 140 мг/т + ВАС, 400 г/т + KN_2PO_4 , 100 г/т; 4 — ВАС, 400 г/т + KN_2PO_4 , 100 г/т; 5 — саліцилова кислота, 140 мг/т + ВАС, 88 мг/т (саліцилат амонію);

сорт Лагуна: максим стар 025 FS, 1,5 л/т (контроль); 1 — Na_2SeO_4 , 20 мг/т; 2 — Na_2SO_3 , 20 г/т; 3 — суміш мікроелементів, 10 г/т; 4 — саліцилова кислота, 140 мг/т; 5 — бензойна кислота, 1200 мг/т;

A — кількість зародкових коренів, шт/рослину; B — сумарна довжина зародкових коренів, см/рослину; V — кількість бічних коренів, шт/рослину; Г — сумарна довжина бічних коренів, см/рослину

довжини бічних коренів на 20—35 %, кількості коренів III порядку — до 50 %. Такі зміни у морфології кореневої системи під впливом БАР позитивно корелювали у рослин цього сорту з виносом фосфору тільки кореневою системою. Щодо впливу досліджених БАР на винос фосфору цілими 21-добовими рослинами сорту Лагуна, відмічено тільки тенденцію до збільшення цього показника. Однак стимулювальний вплив БАР на розвиток кореневої системи та ексудацію кислот дає підстави вважати, що на подальших етапах органогенезу ці сполуки поліпшуватимуть фосфорне живлення рослин із використанням мінеральних важкорозчинних ґрунтових фосфатів.

Вивчено вплив БАР на вміст у листках рослин малонового діальдегіду — проміжного продукту пероксидного окиснення ліпідів (рис. 2). Аналіз діаграм дає підстави стверджувати, що БАР у більшості варіантів запобігали розвитку окиснювального стресу. У рослин сорту Смуглянка

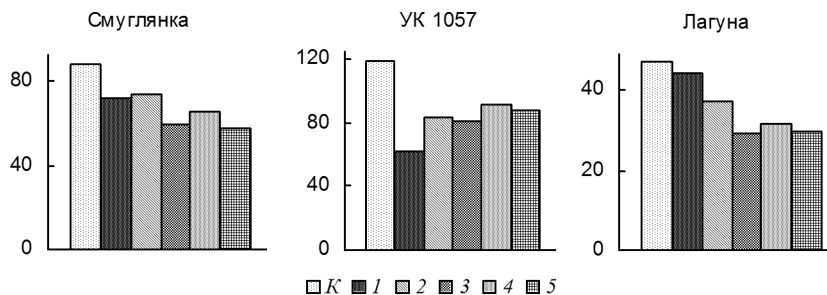


Рис. 2. Вплив передпосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на вміст малонового діальдегіду в листках 21-добових рослин озимої пшениці, нмоль/г сирової речовини листків (варіанти 1–5 передпосівної обробки насіння такі ж самі, як і на рис. 1)

вміст МДА був найменшим у варіанті сумісного використання селенату натрію і саліцилової кислоти (–41,8 %), в той час як окреме використання цих сполук знижувало його відповідно на 31,3 та 23,2 %. У цього сорту зниження вмісту МДА в листках у відповідних варіантах позитивно корелювало зі збільшенням виносу рослинами фосфору.

У рослин с.л. УК 1057 значне зменшення (на 28–48 %) вмісту МДА спостерігали за впливу саліцилової кислоти, менше — її амонійної солі та суміші саліцилової кислоти, ВАС і KH_2PO_4 .

У рослин сорту Лагуна зниження вмісту МДА на 33–38 % відмічено в разі застосування суміші мікроелементів, бензойної та саліцилової кислот, на 20 % — при застосуванні сульфату натрію. У рослин цього сорту, як і у с.л. УК 1057, зниження вмісту МДА в листках за обробки позитивно корелювало з інтенсивнішим розвитком кореневої системи та ексудацією кислот. Щодо виносу фосфору рослинами цих варіантів, відмічено тільки тенденцію до його збільшення, особливо — кореневою системою (до 17 %).

Отже, спростовано загальноприйнятту думку про те, що пшениця як культура нездатна використовувати фосфор із трикальційфосфату — важливої складової важкорозчинних мінеральних ґрунтових фосфатів. Згідно з результатами виконаних дослідів, таку здатність виявляють сорти пшениці, що формують в умовах дефіциту фосфору дуже розвинену кореневу систему з великою робочою вбирною поверхнею та інтенсивною ексудацією кислот.

В інших сортах пшениці, на нашу думку, підвищити здатність рослин до використання фосфору з трикальційфосфату можна передпосівною обробкою насіння біологічно активними речовинами (РРР, антиоксидантами, мікроелементами), які стимулюють процеси росту і розвитку кореневої системи, ексудацію кислот. Для дослідженого сорту Смуглянка і с.л. УК 1057 — це насамперед саліцилова кислота, її амонійна сіль, селенат натрію; для сорту Лагуна — саліцилова та бензойна кислоти, селенат натрію. Для кожного сорту пшениці БАР та їх дозу для підвищення здатності рослин до використання фосфору ґрунтових мінеральних фосфатів потрібно визначати індивідуально.

1. Вихрева В.А., Хрянин В.Н., Стаценко А.П., Блинохватов А.Ф. О причинах антистрессовой активности селена // Бюл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения. — 2001. — № 115. — С. 20–21.
2. Вольнец А.П., Шуканов В.П., Манжелесова Н.Е. и др. Защитное действие фиторегуляторов в смесях // Материалы V Междунар. науч. конф. «Регуляторы роста, развития и

- продуктивности растений» (Минск, 28—30 ноября 2007). — Минск: Право и экономика, 2007. — С. 37.
3. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. — К.: Нічлава, 2003. — 320 с.
 4. Гродзинский А.М., Гродзинский Д.М. Краткий справочник по физиологии растений. — Киев: Наук. думка, 1973. — 591 с.
 5. Долгополов А.А., Дедик И.Н., Троязыков Д.Д. и др. Повышение адаптивности и продуктивности яровой пшеницы применением регуляторов роста и симбиотрофизма // Материалы V Междунар. науч. конф. «Регуляторы роста, развития и продуктивности растений» (Минск, 28—30 ноября 2007). — Минск: Право и экономика, 2007. — С. 54.
 6. Коренман И.Н. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. — М.: Химия, 1975. — С. 267—269.
 7. Маменко Т.П., Роїк Л.В. Вплив саліцилової кислоти на активність антиоксидантних процесів в озимій пшениці за умов різного водозабезпечення // Физиология и биохимия культ. растений. — 2008. — 40, № 1. — С. 68—77.
 8. Металіди В.С., Шепель І.В. Сировинна база фосфатів України // Мінеральні ресурси України. — 1999. — № 2. — С. 14—17.
 9. Молодченкова О.О., Адамовская В.Г., Цисельская Л.И. и др. Продукты пероксидного окисления липидов и антиоксидантная система проростков пшеницы при фузариозе и воздействии салициловой кислоты // Физиология и биохимия культ. растений. — 2006. — 38, № 6. — С. 535—544.
 10. Прусакова Л.Д., Кефели В.И., Белопухов С.Л. и др. Роль фенольных соединений в растениях // Агрохимия. — 2008. — № 7. — С. 86—96.
 11. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белопухов С.Д., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Там же. — 2005. — № 11. — С. 76—86.
 12. Серегина И.И., Ниловская Н.Т., Остапенко Н.В. Роль селена в формировании урожая зерна яровой пшеницы // Там же. — 2001. — № 1. — С. 44—50.
 13. Серегина И.И. Влияние селена на продуктивность и вынос азота удобрений из почвы растениями яровой пшеницы // Там же. — 2008. — № 8. — С. 20—25.
 14. Стальная И.Д., Гарашвили Т.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии. — М.: Медицина, 1977. — С. 66—68.
 15. Фатхутдинова Д.Р., Сахатбутдинова А.Р., Максимов И.В. и др. Влияние салициловой кислоты на антиоксидантные ферменты в проростках пшеницы // Агрохимия. — 2004. — № 8. — С. 27—31.
 16. Jiang Zong-ging, Teng Chao-hian, Huang Zian-lian et al. Jangzhou daxue xuebao // Nongye yu shengming kexue ban. = J. Yangzhou Univ. Agr. and Life Sci. Ed. — 2006. — 27, N 2. — P. 26—30.
 17. Lee Yong Bok, Hoon Chang, Hwang Soon Yoong et al. Enhancement of phosphate adsorption by silicate in soils with salt accumulation // Soil Sci. and Plant Nutr. — 2004. — 50, N 4. — P. 493—499.
 18. Metwally A., Tunkemeier J., Manfred G. et al. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings // Plant Physiol. — 2003. — 132, N 1. — P. 272—281.
 19. Sing Bhupinder, Usha K. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress // Plant Grow. Regul. — 2003. — 39, N 2. — P. 137—141.

Отримано 18.12.2009

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА СПОСОБНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ФОСФОР ТРИКАЛЬЦИЙФОСФАТА

О.Е. Давыдова,¹ М.Д. Аксilenко,¹ В.М. Мокринский,¹ А.П. Гаевский,¹ Т.В. Матюша²

¹Научно-инженерный центр «АКСО» Национальной академии наук Украины, Киев

²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

В вегетационных опытах показано, что сорта озимой пшеницы, формирующие в условиях дефицита фосфора развитую корневую систему с высокими физиологической активностью и интенсивностью экссудации кислот, имеют повышенную способность к использованию фосфора трикальцийфосфата. У других сортов повысить эту способность можно путем

применения для предпосевной обработки семян биологически активных веществ — регуляторов роста и развития растений, антиоксидантов, макро- и микроэлементов. Для каждого сорта пшеницы биологически активные вещества и их дозы для повышения способности растений использовать фосфор трикальцийфосфата необходимо определять индивидуально.

BIOLOGICAL ACTIVE SUBSTANCES AND MICROELEMENTS INFLUENCE ON WINTER WHEAT ABILITY FOR USING THREE-CALCIUM PHOSPHATE PHOSPHORUS

O.E. Davydova,¹ M.D. Aksylenko, V.M. Mokrinskyi,¹ A.P. Gaevskyi,¹ T.V. Matyusha²

¹Scientifically-Engineering Center «AKSO» National Academy of Sciences of Ukraine
50 Kharkov highway, Kyiv, 02160, Ukraine

²National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnical Institute»
37 pr. Peremogy, Kyiv, 03056, Ukraine

In pot experiments it was shown, that winter wheat cultivars that form in phosphorus-deficit conditions developed roots with high physiological activity and intensive exudation of acids, have increased ability to use three-calcium phosphate phosphorus. It is possible to increase this ability of another cultivars by using of biological active substances — growth and development plant regulators, antioxidants, macro- and microelements as well. It is necessary to define individually for every cultivar biological active substances and their doses for increase of plants ability to use three-calcium phosphate phosphorus.

Key words: *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* L., wheat, biological active substances, microelements, phosphorus nutrition, three-calcium phosphate.