

УДК 631.81.095.337:631.811.98

НОВІ КОМПОЗИЦІЙНІ ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ АЗОТНО-ФОСФОРНОГО ЖИВЛЕННЯ ПШЕНИЦІ

О.Є. ДАВИДОВА¹, М.Д. АКСИЛЕНКО¹, С.І. КОТЕНКО¹, А.П. ГАЄВСЬКИЙ¹, В.Г. КАПЛУНЕНКО²

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії Національної академії наук України
02660 Київ, вул. Мурманська, 1
e-mail: selit@ua.fm

²Український державний науково-дослідний інститут нанобіотехнології та ресурсозбереження Кабінету Міністрів України
03150 Київ, вул. Боженка, 84
e-mail: kaplunenko@mail.ru

У результаті виконаних польових дослідів доведено, що новий мікроелементний комплекс аватар-2, який містить 14 мікро- та ультрамікроелементів у цитратохелатній формі, а також його композиція з арабіногалактаном і саліциловою кислотою, застосовані при вирощуванні озимої м'якої пшениці сорту Легенда Миронівська, забезпечують істотне підвищення польової схожості насіння, врожайності, вмісту в зерні білкового азоту та фосфору. Препарати сприяють підвищенню класності зерна за вмістом білка з 3—4-го до 2- і 1-го класу.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., цитратохелатний мікроелементний комплекс, саліцилова кислота, урожайність, якість зерна, азот, фосфор.

В останні роки в Україні та інших країнах світу спостерігаються вкрай негативні зміни клімату — глобальне потепління й нерідко істотне зменшення кількості опадів у найважливіші фази органогенезу рослин. Це значно ускладнює ріст і розвиток рослин унаслідок впливу на них численних стресів: температурного, водного, активізації розвитку фітозахворювань і шкідливих комах, зниження доступності елементів живлення з ґрунту і добрив. Необхідність підвищення захисних, адаптивних властивостей рослин зобов'язує науковців розробляти нові препарати, які б не тільки сприяли оптимізації мінерального живлення рослин, а й підвищували їх стійкість до певних стрес-чинників.

Ефективність вітчизняного 14-компонентного мікроелементного комплексу аватар-2, створеного на основі цитратохелатів 13 біогенних металів (Zn, Cu, Mn, Fe, Mo, Co, La, Ge, V, Ni, Ti, Se, Mg) та бору у формі борної кислоти, доведено результатами численних польових дослідів і науково-виробничих випробувань його застосування при вирощуванні пшениці, кукурудзи, сояшнику, ячменю, сої, ріпаку, інших сільськогосподарських культур за природно-кліматичних умов України, Казахстану, Білорусі.

У попередньо проведених нами вегетаційних дослідах з озимою м'якою пшеницею сортів Смоглянка, Калинова та Легенда Миронівська доведено, що аватар-2, застосований для передпосівної обробки насіння, виявляє антиоксидантні властивості, підвищує здатність рослин викори-

стовувати фосфор важкорозчинних ґрунтових мінеральних фосфатів, за дії низькотемпературного стресу — сприяє збільшенню накопичення в рослинах вільного проліну — ендogenous осмопротектора й антиоксиданта [3, 15]. Біологічну активність включених до складу аватару-2 таких ультрамікроелементів, як германій, лантан, нікель, титан, ванадій, селен, довело багато дослідників [7, 16, 17, 20—24, 26—30].

За результатом виконаних нами вегетаційних дослідів з озимою пшеницею, рістстимулювальні та стресопротекторні властивості аватару-2 посилюються за умов введення до його складу арабіногалактану (АГ) та (або) саліцилової кислоти (СК). Водорозчинний полісахарид АГ має широкий спектр біологічної активності та низьку токсичність. Висока мембранотропність дає змогу використовувати його для підвищення всмоктування біологічно корисних засобів із низькою біодоступністю в живому, в тому числі рослинному організмі [1]. З багатьма біогенними металами АГ утворює металовмісні похідні — виступає як ліганд або виявляє властивості стабілізатора гідрофобних колоїдних систем [11, 14]. Продукти окиснювальної деструкції АГ під дією, наприклад, пероксиду водню виявляють вищу біологічну активність порівняно з вихідним полісахаридом [13]. Крім того, відомо, що АГ виявляє антиоксидантні властивості [6, 9]. Тому ми вирішили використати цей полісахарид як компонент комплексу аватар-2 і дослідити ефективність такого композиційного препарату. За результатами проведених вегетаційних дослідів з озимою м'якою пшеницею, АГ, застосований автономно для передпосівної обробки насіння в дозі 200—300 мг/т, забезпечив вірогідне підвищення відносно контролю енергії проростання та лабораторної схожості насіння, вмісту в листках хлорофілу і загальних каротиноїдів, ацидофікуючої активності кореневої системи семидобових проростків, сприяв поліпшенню морфологічних показників кореневої системи рослин.

Для польових дослідів АГ вводили до складу аватару-2 в концентрації 0,1 %, саліцилову кислоту — з урахуванням її стресопротекторних і рістстимулювальних властивостей [2, 8, 10, 12, 18, 19, 25].

Метою досліджень було визначення ефективності застосування 14-компонентного мікроелементного комплексу аватар-2 та його композиції з АГ і СК у двох технологічних операціях: для передпосівної обробки насіння та обприскування вегетуючих рослин у фази весняного кущіння та початку виходу в трубку.

Методика

Об'єктом дослідження була озима м'яка пшениця (*Triticum aestivum* L.) сорту Легенда Миронівська напівкарликова, середньостигла, високоінтенсивного типу, що належить до цінних пшениць. Оригінатор — Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України.

Дослідження проводили у двофакторному польовому досліді впродовж 2013—2015 рр. у Бориспільському р-ні Київської обл. Схеми дослідів наведено в таблицях.

Роботи виконували відповідно до методики польового досліді [5] з чотириразовою повторністю, площа дослідної ділянки становила 1300 м², облікової — 1150 м². Розміщення варіантів — систематичне. Попередником була картопля. Агротехніка вирощування — типова для Лісостепу й адаптована до реальних умов господарства. Ґрунт — темно-сірий опідзолений, грубопилуватий, легкосуглинковий, із середньокислою реакцією

грунтового розчину (pH_{KCl} 6,00), середньою забезпеченістю гідролізованим азотом (за методом Тюріна—Конової), підвищеною — рухомими сполуками фосфору та обмінним калієм (за Кірсановим).

Протруювач насіння — лямардор (150 мл/т), інсектицид — імідаклоприд (200 г/т). Перед висіванням мінеральні добрива не вносили. Висівали насіння 25 вересня 2013 р. і 30 вересня 2014 р. Норма висіву — 5,5 млн зернин/га.

Навесні 2014 і 2015 рр. посіви оброблено пестицидами та внесено азотні добрива у найвідповідальніші фази росту пшениці: на початку відновлення весняної вегетації — внесення КАС-32, 200 л/га (64 кг N/га); на початку виходу в трубку — обробка гербіцидом пойнтер, 25 г/га; перед викиданням колоса — обробка рослин фунгіцидом імпераголд, 1 л/га з 5 кг/га сечовини (2,33 кг N/га); наприкінці молочної стиглості — обприскування водним розчином сечовини, 8 кг/га (3,73 кг N/га). Всього навесні внесено 70,06 кг N/га. Наприкінці квітня та у другій декаді травня проведено позакореневі підживлення рослин досліджуваними препаратами, витрата води — 300 л/га.

Визначали врожай методом пробних снопів, структуру врожаю — за методом Майсуряна. Рослини і ґрунт аналізували за загальноприйнятими методиками [4].

Погодні умови 2013—2015 рр. були ускладнені різними ступенями забезпеченості рослин вологою і теплом, але критичних меж цих показників для біологічних потреб озимої пшениці не зафіксовано.

Отримані результати оброблено статистично методом дисперсійного аналізу за Доспеховим [5] із використанням комп'ютерних програм Excel та Agrostat.

Результати та обговорення

При розробці схеми польового дослідження враховано можливість визначення ефективності застосування нових препаратів в одній із двох технологічних операцій: для передпосівної обробки насіння або для підживлення вегетуючих рослин та в їх поєднанні.

Важливо зазначити, що в обидва роки біологічно активні речовини, застосовані для передпосівної обробки насіння, забезпечили підвищення польової схожості насіння відносно контролю: аватар-2 в дозі 200 мл/т — на 5,4—6,2 %, в дозі 400 мл/т — на 15,4—16,7 %, композиція аватару-2 з 0,1 % АГ та 0,07 % СК (200 мл/т) — на 10,7—11,3 %.

Усі досліджені препарати, застосовані тільки для передпосівної обробки насіння (табл. 1, варіанти (далі — вар.) 1, 4, 7, 10), сприяли підвищенню відносно контролю (вар. 1) озерненості головного колоса: аватар-2 (вар. 4, 7) — на 19 %, його композиція з АГ і СК (вар. 10) — на 25,8 %. Найбільшу масу 1000 зернин мали рослини вар. 4 (аватар-2, 200 мл/т) — 50,7 г проти 43,8 г у контролі. Підвищення дози аватару-2 до 400 мл/т (вар. 7) не сприяло додатковому збільшенню цього показника, навпаки, він становив 46 г, що перевищувало контроль лише на 5 %. Аналогічне збільшення маси 1000 зернин (на 5,7 %) мали рослини вар. 10 — за використання композиції аватару-2 з АГ і СК в дозі 200 мл/т.

Усі застосовані в цій технологічній операції препарати сприяли підвищенню продуктивності однієї рослини: аватар-2 в дозі 200 мл/т — на 12,6 %, в дозі 400 мл/т — на 14,1 %, композиція аватару-2 з АГ і СК — на 35 % (з 2,05 у контролі до 2,77 г/рослину).

ТАБЛИЦА 1. Влияние биологично активных речовин на структурні показники урожаю озимої пшениці сорту Леонда Миронівська (2013—2015)

№ з/п	Вариант застосування біологічно активних речовин	Озерненість головного колоса, шт.			Маса 1000 зернин, г			Зернова продуктивність рослин, г			Нагура зерна, середня за 2 роки, г/д	
		2014 р.	2015 р.	середня	2014 р.	2015 р.	середня	2014 р.	2015 р.	середня		
1	Хімічні засоби	Вода, контроль	38,7	37,1	37,9	44,0	43,6	43,8	2,15	1,95	2,05	800
2	захисту рослин (ХЗЗР) — ламадор, 150 мг/г, імдоклопрід, 200 г/г	Аватар-2, 250 мг/га, двічі	44,8	43,2	44,0	43,7	44,1	43,9	2,34	2,20	2,27	810
3		Аватар-2 з 0,1 % АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	45,7	42,9	44,3	43,7	43,7	43,7	2,60	2,48	2,54	804
4		Вода	46,1	43,9	45,0	51,2	50,2	50,7	2,39	2,23	2,31	816
5	ХЗЗР, аватар-2, 200 мг/г	Аватар-2, 250 мг/га, двічі	54,6	53,0	53,8	49,0	48,4	48,7	3,50	3,40	3,45	816
6		Аватар-2 з 0,1 % АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	48,6	46,8	47,7	48,0	46,6	47,3	2,96	2,78	2,87	818
7		Вода	45,7	44,7	45,2	47,3	44,7	46,0	2,42	2,26	2,34	809
8	ХЗЗР, аватар-2, 400 мг/г	Аватар-2, 250 мг/га, двічі	52,6	51,2	51,9	48,1	45,7	46,9	3,37	3,25	3,31	821
9		Аватар-2 з 0,1 % АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	49,0	48,0	48,5	47,2	46,2	46,7	2,91	2,75	2,83	823
10		Вода	48,9	46,5	47,7	47,5	45,1	46,3	2,85	2,69	2,77	826
11	ХЗЗР, аватар-2 з 0,1 % АГ, 200 мг/г, СК, 140 мг/г	Аватар-2 з 0,1 % АГ, 150 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	53,6	51,8	52,7	50,4	48,8	49,6	3,31	3,09	3,20	829
12		Аватар-2 з 0,1 % АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	49,8	48,0	48,9	49,7	47,9	48,8	3,12	2,98	3,05	836
	НР ₉₅ за фактором А		3,47	2,78		1,31	1,86		0,21	0,16		
	НР ₉₅ за фактором В		3,05	2,64		1,26	1,41		0,17	0,14		

Примітка. Тут і в табл. 2: фактор А — передпосівна обробка насіння досліджуваними препаратами, фактор В — дворові позакореневі підживлення рослин водними розчинами цих препаратів.

Дворазова обробка вегетуючих рослин водними розчинами відповідних біологічно активних речовин істотніше вплинула на зернову продуктивність рослин, ніж у разі їх застосування для передпосівної обробки насіння. Найбільше підвищення цього показника забезпечив аватар-2 за дворазової обробки в дозі 250 мл/га (вар. 5, 8) — зернова продуктивність рослин цих варіантів становила відповідно 3,45 і 3,31 г/рослина, що перевищувало контроль на 68 і 61 %. За використання в цій технологічній операції композиції аватару-2 з АГ і СК дозу препарату доцільно знижувати до 150 мл/га (вар. 11), яка виявилась ефективнішою за дозу 250 мл/га — забезпечила зростання зернової продуктивності з 2,77 (вар. 10) до 3,20 г/рослина (вар. 11), тобто ще на 15,5 %.

У виробничих умовах може скластися ситуація, коли можливість придбати аватар-2 є тільки навесні. У цьому разі препаратом доцільно підживлювати лише вегетуючі рослини. Визначення ефективності аватару-2 та його композицій з АГ і СК тільки для підживлення вегетуючих рослин також передбачено схемою досліду (вар. 2, 3). Застосування аватару-2 та його композиції з АГ і СК у дозі 250 мл/га забезпечило підвищення зернової продуктивності рослин відповідно на 10,7 (до 2,27) та на 23,9 % (до 2,54 г/рослина), тобто, якщо перед висіванням насіння не обробляли аватаром-2, то дворазове підживлення вегетуючих рослин композицією мікроелементного комплексу з АГ і СК є ефективнішим порівняно з використанням аватару-2 без домішок в однаковій дозі — по 250 мл/га на кожну обробку.

Середня зернова продуктивність однієї рослини позитивно корелювала з урожайністю пшениці на всіх дослідних ділянках (табл. 2). У контролі (вар. 1) урожай зерна в перерахунку на 14 %-ву вологість дорівнював 7,65 т/га. За вмістом білка (10,7 і 11,0 %) це зерно належало до 4-го (2014 р.) і 3-го (2015 р.) класу.

Застосування аватару-2 тільки для дворазового підживлення вегетуючих рослин (вар. 2) зумовило зростання відносно контролю врожаю зерна на 10,7 % з одночасним збільшенням вмісту в зерні білка до 12,8—13,0 % (2-й клас). У разі застосування в цій технологічній операції композиції аватару-2 з АГ і СК (вар. 3) урожай зерна перевищував контрольний показник на 11,6 %, вміст білка в зерні дорівнював 12,5—12,8 % (2-й клас). Зерно варіантів 2 і 3 характеризувалося також дещо більшою порівняно з контролем натурою — 804—810 проти 800 г/л. Підвищення натурі зерна відповідає збільшенню в ньому вмісту ендосперму, й отже, виходу борошна з нього.

За передпосівної обробки насіння досліджуваними препаратами (вар. 4, 7, 10) урожай зерна також підвищувався: за дії аватару-2 в дозі 200 мл/т — на 7,6 %, в дозі 400 мл/т — на 9,5, композиції аватару-2 з АГ і СК (вар. 10) — на 14,2 %. При цьому аватар-2 за обох доз його застосування сприяв практично однаковому підвищенню класу зерна за вмістом у ньому білка (12,9—13,1 %) — до 2-го класу. Композиція аватару-2 з АГ і СК практично не впливала на вміст білка в зерні.

В усіх варіантах досліду із застосуванням біологічно активних речовин для передпосівної обробки насіння додаткова друга технологічна операція — дворазове підживлення вегетуючих рослин — забезпечила додаткове зростання врожаю зерна та його класності за вмістом білка. Застосування в другій технологічній операції аватару-2 в дозі 250 мл/га (вар. 5) сприяло підвищенню як врожаю зерна (на 13,5 %), так і його білковості — до 13,2—13,4 %. Підживлення композицією аватару-2 з АГ і СК (вар. 6) зумовило дещо істотніше збільшення вмісту білка в зерні —

ТАБЛИЦА 2. Влияние биологично активных речовин на вынос фосфору та азоту врожаєм зерна озимой пшениці сорту Лесенда Миротієська (2013–2015 рр.)

№ з/п	Вариант застосування біологічно активних речовин	Урожай зерна за W = 14 %, т/га		Вынос фосфору врожаєм зерна, кг P ₂ O ₅ /га		Вынос азоту врожаєм зерна, кг N/га		Вміст білка, %			
		2014 р.	2015 р.	середній	2014 р.	2015 р.	середній	2014 р.	2015 р.		
1	Хімічні засоби захисту рослин (ХЗЗР) — ламадор, 150 мг/т, імідоклопрід, 200 г/т	8,02	7,28	7,65	65,1	59,5	62,3	120	125	10,7	11,0
2	Аватар-2, 250 мг/га, двічі	8,73	8,21	8,47	76,0	70,0	73,0	161	165	12,8	13,0
3	Аватар-2 з 0,1 % АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	8,92	8,16	8,54	80,9	75,5	78,2	168	163	12,5	12,8
4	ХЗЗР, аватар-2, 200 мг/т	8,60	7,86	8,23	73,8	67,4	70,6	168	162	13,0	13,1
5	Аватар-2, 250 мг/га, двічі	8,99	8,37	8,68	78,8	73,0	75,9	179	174	13,2	13,4
6	Аватар-2 з 0,1 % АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	9,11	8,55	8,83	84,0	78,9	81,5	185	180	13,4	13,6
7	ХЗЗР, аватар-2, 400 мг/т	8,58	8,18	8,38	79,1	81,3	81,2	173	167	12,9	13,1
8	Аватар-2, 250 мг/га, двічі	9,64	9,18	9,41	84,8	86,6	85,7	205	200	14,0	14,2
9	Аватар-2 з 0,1 % АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	9,32	8,80	9,06	86,2	78,8	82,5	197	192	14,1	14,3
10	ХЗЗР, аватар-2 з 0,1 % АГ, 200 мг/т, СК, 140 мг/т	9,01	8,47	8,74	83,0	77,2	80,1	149	143	10,9	11,0
11	Аватар-2 з 0,1 % АГ, 150 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	9,74	9,06	9,40	84,4	88,0	86,2	205	199	13,9	14,1
12	Аватар-2 з 0,1 АГ, 250 мг/га, СК, 2,8 г/га, двічі	10,00	9,50	9,75	85,6	93,2	89,4	200	194	13,1	13,4
НІР ₉₅ за фактором А		0,48	0,43		3,91	3,44		7,83	8,07		
НІР ₉₅ за фактором В		0,51	0,55		3,42	3,07		6,92	7,34		

до 13,4—13,6 %, урожай зерна в цьому варіанті перевищував контрольний показник на 15,4 %.

Особливу увагу привертає вар. 8 із застосуванням чистого аватару-2 для передпосівної обробки насіння в дозі 400 мл/т і дворазового підживлення ним рослин по 250 мл/га. На ділянках цього варіанта отримано урожай зерна 9,41 т/га (на 23 % вищий за контроль) із вмістом білка в зерні 14,0—14,2 %, що відповідає зерну 1-го класу.

Ще більше зростає вміст білка в зерні (до 14,1—14,3 %) за підживлення рослин композицією аватару-2 з АГ і СК (вар. 9). Однак урожай зерна в цьому варіанті дещо нижчий — 9,06 т/га, що на 18,4 % перевищує контроль. Позитивний вплив такої композиції на білковість зерна підтверджено також аналізом зерна вар. 11 і 12.

У табл. 2 наведено дані щодо впливу застосованих у досліді біологічно активних речовин на винос урожаєм зерна фосфору та азоту. В усіх дослідних зразках зерна вміст фосфору й білкового азоту був вищим, ніж у контрольному. Вміст білкового азоту в контрольному зразку становив 1,874—1,921 %, у дослідних — 1,935—2,504 %, фосфору — відповідно 0,942—0,947 та 1,002—1,120 %. З урахуванням підвищення внаслідок застосування біологічно активних речовин урожаю зерна це зумовило збільшення порівняно з контролем виносу фосфору та азоту. В разі застосування аватару-2 тільки для підживлення вегетуючих рослин (вар. 2) винос фосфору урожаєм перевищує контрольний показник на 17 %, азоту — на 32 %, за використання композиції аватару-2 з АГ і СК (вар. 3) — відповідно на 25,5 і 30,0 %.

Тільки передпосівна обробка насіння аватаром-2 (вар. 4, 7, 10) в дозі 200 мл/т підвищувала винос фосфору урожаєм на 13,3 %, азоту — на 29,6 %, в дозі 400 мл/т — відповідно на 28,7 і 34,0 %. Слід зазначити, що доза аватару-2 400 мл/т сприяла максимальному зростанню вмісту фосфору в зерні відносно контролю — на 17,4 %. Обробка композиційним препаратом з АГ і СК в дозі 200 мл/т (вар. 10) забезпечила більший винос фосфору зерном порівняно з такою ж дозою чистого аватару-2 — на 28,6 % вищий за контрольний показник.

В усіх варіантах дослідження проведення додатково другої технологічної операції — дворазового підживлення вегетуючих рослин досліджуваними препаратами зумовлювала додаткове збільшення виносу фосфору та азоту урожаєм зерна. Максимальний винос цих елементів зафіксовано у вар. 8, 9, 11, 12 — винос фосфору зерном перевищував контроль на 32—43 %, азоту — на 53—60 %. У цих варіантах зерно перед висіванням обробляли аватаром-2 в дозі 400 мл/т або його композицією з АГ і СК в дозі 200 мл/т, підживлювали рослини цими препаратами в дозі 250 мл/га; при використанні композиції аватару-2 з АГ і СК дозу можна знижувати до 150 мл/га (вар. 11).

Отже, згідно з результатами проведених польових дослідів, застосування нового вітчизняного 14-компонентного мікроелементного комплексу аватар-2, а також його композиції з АГ і СК при вирощуванні озимої м'якої пшениці сприяє підвищенню польової схожості насіння, ліпшій перезимівлі рослин, істотному поліпшенню структурних показників урожаю, зростанню урожаю зерна та його класності за вмістом білка. Внаслідок позитивного впливу нових препаратів на розвиток кореневої системи рослин, її кислотоексудативну та ацидофікуючу активність значно підвищується ефективність використання рослинами пшениці фосфору та азоту мінеральних добрив і ґрунтів.

1. Бабкин А.В., Медведева Е.Н., Неверова Н.А. и др. Исследование механокомполитов на основе арабиногалактана и лекарственных веществ // Материалы IV Всерос. конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Кн. 2. — Барнаул-2009. — С. 176—178.
2. Безруков М., Сахабутдинова А., Фатхутдинова Д. и др. Салициловая кислота — регулятор роста, обладающий антистрессовой активностью в растениях пшеницы // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. Тез. докл. конф. (26—28 июня 2001). — М.: Изд-во МСХА, 2001. — С. 11.
3. Вайнер А.А., Колупаев Ю.Е., Хрипач В.А. Раздельное и совместное влияние 24-эпибрасинолида и пролина на антиоксидантную систему растений проса при солевом стрессе // Физиология растений. — 2014. — 46, № 5. — С. 428—436.
4. Грицаенко З.М., Грицаенко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. — К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. — 320 с.
5. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. — М.: Агротехиздат, 1985. — 351 с.
6. Карацуба С. Антиоксидантные свойства арабиногалактана в условиях холодового стресса // Материалы XIII регион. науч.-практ. конф. с межрегион. и междунар. участием, посвященной Году истории в РФ (17—18 мая 2012). — 2012. — Т. 5. — С. 85—86.
7. Кашин В.Н., Шубина О.И. Биологическое действие и накопление селена в пшенице в условиях селенодефицитной биогеохимической провинции // Химия в интересах устойчивого развития. — 2011. — № 19. — С. 151—156.
8. Колупаев Ю.С., Карпець Ю.В. Індукування саліциловою кислотою тепло- і солестійкості проростків *Triticum aestivum* L. у зв'язку зі змінами прооксидантно-антиоксидантної рівноваги // Укр. ботан. журн., 2006. — 63, № 4. — С. 558—565.
9. Ли О.Н., Доровских В.А., Штарберг М.А. Антиоксидантные свойства арабиногалактана в условиях холодового стресса // Дальневост. мед. журн. — 2011. — № 2. — С. 1—7.
10. 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.
11. Медведева С.А., Александрова Г.П., Дубовина В.И. и др. Арабиногалактан лиственницы — перспективная полимерная матрица для биогенных металлов // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. — 2002. — № 7. — С. 45—50.
12. 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.
13. Мударисова Р.Х., Широкова Е.Н., Бадыкова Л.А. и др. Структурные превращения арабиногалактана из лиственницы сибирской при механохимической обработке и биологические свойства продуктов // Химико-фармацевт. журн. — 2005. — 39, № 8. — С. 23—26.
14. Помогайло А.Д. Макромолекулярные металлохелаты. — М.: Химия, 1991. — 303 с.
15. Сакарийаво О.С., Холодова В.П., Мещеряков А.Б. Изменение содержания воды и пролина у разных по засухоустойчивости сортов пшеницы в ходе адаптации к водному дефициту и на этапе восстановления // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. Сер. Биология. — 2001. — С. 89—94.
16. Середина И.И. Влияние селена на продуктивность яровой пшеницы в зависимости от уровня азотного питания и водообеспечения // Проблемы агрохимии и экологии. — 2008. — № 3. — С. 16—18.
17. Скрипник Л.Н. Эколого-биохимические аспекты протекторной функции селена в растениях при окислительном стрессе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Калининград, 2009. — 19 с.
18. Тройшина Н.Б., Максимов И.В., Яруллина Л.Г. Индукторы устойчивости растений и активные формы кислорода. 1. Влияние салициловой кислоты на генерацию перекиси водорода в клетках каллюсов пшеницы при инфицировании возбудителей твердой головни // Цитопатология. — 2004. — 46, № 11. — С. 10—15.
19. Фатхутдинова Д.Р., Сахатбутдинова А.Р., Максимов И.В. и др. Влияние салициловой кислоты на антиоксидантные ферменты в проростках пшеницы // Агротехимия. — 2004. — № 8. — С. 27—31.
20. Chongkid B., Vachirapattana N., Jirakiattikul Y. Effect of vanadium on rice growth and vanadium accumulation in rice tissues // Kasetsart J. (Nat. Sci.). — 2007. — 41. — P. 28—33.
21. Cuiyun Chen, Dejun Huang, Jianquan Liu. Functions and toxicity of nickel in plants // Recent Advances and Future Prospects Clean. — 2009. — 37 (4—5). — P. 304—313.
22. Golovatskaya I.F., Krachaleva A.V. The role of different forms of selenium in regulating morphogenesis and content of biologically active substances of plants *Latuca sativa* L. // Vestnik TGPU. — 2011. — 8 (110). — P. 85—88.
23. Jong-Hwan Park, Dong-Cheol Seo, Yeong-Seok Cheon. Effect of rice species, germanium application method and soil texture on germanium uptake and growth of rice plants with germani-

- um // 19 World Congr. Soil Science, Soile Solutions for a Changing World. — Brisbane, Australia, 1—6 August 2010. — P. 78—79.
24. Larsson M.A., Baken S., Gustaffson J.P. et al. Vanadium bioavailability and toxicity to soil mikroorganisms and plants // Environ. Toxicity and Chem. — 2009. — **32**. — P. 2266—2273.
25. Ma Jingkan, Yuan Yongze, Ou Jiquan et al. Вплив саліцилової кислоти на корені рослин рису при NaCl-стресі // Wuhan daxue xuebao. Lixue ban. = J. Wuhan Univ. Natur. Sci. Ed. — 2006. — **52**, N 4. — P. 471—474.
26. Muhammad Sajid aqeel Ahmad, Mumtaz Husain. Effect of nickel on seed germinability of some elite sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Cultivars Pak. J. Bot. — 2009. — **41** (4). — P. 1871—1882.
27. Nilima Chaturvedil, Ramnath Gannavarapu, Nabin Kumar Dhal. Effect of lanthanum on the growth and physiological activities of *Zea mays*, *Vigna radiata* and *Vigna mungo* // Intern. J. Environ. Sci. — 2014. — **4**, N 5. — P. 653—659.
28. Radhe Shyam, Naresh Chander. Aery influence of lanthanum on biochemical constituents and peroxidase activity of cowpea (*Vigna unguiculada*) // Afr. J. Plant Sci. — 2011. — **5** (2). — P. 87—91.
29. Thustos P., Cigler P., Hruby M. The role of titanium in biomass production and its influence on essential elements contents in field growing crops // Plant Soil Environ. — 2005. — **5** (1). — P. 19—25.
30. Yong Hwa Cheong et al. Effect of inorganic and organic germanium treatments on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*) // J. Korean Soc. Appl. Did. Chem. — 2009. — **52** (4). — P. 389—396.

Отримано 25.11.2015

НОВЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ АЗОТНО-ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ ПШЕНИЦЫ

О.Е. Давыдова¹, М.Д. Аксиленко¹, С.И. Котенко¹, А.П. Гаевский¹, В.Г. Каплуненко²

¹Институт биоорганической химии и нефтехимии Национальной академии наук Украины, Киев

²Украинский государственный научно-исследовательский институт нанобиотехнологий и ресурсосбережения Кабинета Министров Украины, Киев

В результате выполненных полевых опытов доказано, что новый микроэлементный комплекс аватар-2, содержащий 14 микро- и ультрамикроэлементов в цитратохелатной форме, а также его композиция с арабиногалактаном и салicyловой кислотой, примененные при выращивании озимой мягкой пшеницы сорта Легенда Мироновская, обеспечивают существенное повышение полевой всхожести семян, урожайности, содержания в зерне белкового азота и фосфора. Препараты способствуют повышению классности зерна по содержанию белка с 3—4-го до 2- и 1-го класса.

NEW COMPOSITE PREPARATIONS FOR WHEAT NUTRITION IMPROVEMENT

O.E. Davydova¹, M.D. Axylenko¹, S.I. Kotenko¹, A.P. Gaevskiy¹, V.G. Kaplunenko²

¹Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, National Academy of Sciences of Ukraine

1 Murmanska St., Kyiv, 02660, Ukraine

²The Ukrainian State Scientific Research Institute of Nanobiotechnologies and Resource Reservation, Cabinet of Ministers of Ukraine
84 Bozhenka St., Kyiv, 03150, Ukraine

The results of field trials show that application of new microelement complex avatar-2 containing 14 micro- and ultramicroelements in citrat-chelate form as well as its composition with arabinogalactan and salicylic acid during the growth of winter bread wheat variety Legenda Mironovskaya provided a significant increase in germination of seeds, crop productivity, content of nitrogen protein and phosphorus in grain. Preparations promoted increase of grain protein content from 3—4 to 2 and 1 classe.

Key words: *Triticum aestivum* L., citrat-chelate microelement complex, salicylic acid, crop productivity, grain quality, nitrogen, phosphorus.