

УДК 632.938.1

## ВПЛИВ КОМПЛЕКСНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА АКТИВНІСТЬ ФЕНІЛАЛАНІНАМІАКЛІАЗИ РОСЛИН ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Г.О. ГЛАДУН,<sup>1</sup> І.В. ДРАГОВОЗ,<sup>1</sup> **В.К. ЯВОРСЬКА**,<sup>1</sup> Т.І. МАКОВЕЙЧУК,<sup>1</sup>  
Л.О. БЛЯВСЬКА,<sup>2</sup> Г.О. ІУТИНСЬКА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України  
03022 Київ, вул. Васильківська, 31/17

<sup>2</sup>Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного Національної академії  
наук України  
03680 Київ, вул. Академіка Заболотного, 154

Досліджували вплив комплексних регуляторів росту рослин із природної сировини (біовітрекс-екстра, аверком, епін-екстра) на активність фенілаланінаміакліази в міжвузлі під колосом і прапорцевому листку озимої пшениці протягом вегетації в умовах польового дрібноділянкового та вегетаційного дослідів. Виявлено здатність цих регуляторів істотно підвищувати активність ФАЛ у першому міжвузлі під колосом озимої пшениці різних сортів. Максимальне активування ФАЛ спостерігалось у першому міжвузлі під колосом у фази колосіння і цвітіння.

*Ключові слова:* фенілаланінаміакліаза, фази розвитку, міжвузля, листок, регулятори росту рослин.

Вивчення механізмів захисту рослин від дії несприятливих чинників довкілля й розробка способів стимулювання цих механізмів є важливою проблемою фізіології рослин. Фермент фенілаланінаміакліаза (ФАЛ) (КФ 4.3.1.5) є визнаним у літературі маркером індукованої стійкості рослин як до хвороб, викликаних фітопатогенами, так і до впливу різних стресових чинників біотичної й абіотичної природи. ФАЛ може змінювати активність залежно від фази розвитку рослини, її генотипу та зовнішніх умов [13, 14]. Цей фермент каталізує дезамінування амінокислоти фенілаланіну з утворенням коричної кислоти, що є ключовою сполукою в синтезі саліцилової кислоти, а також через низку проміжних сполук і перетворень дає речовини вторинного метаболізму: феноли, поліфеноли, флавоноїди, фітоалексини, попередники лігніну, що відіграють важливу роль у взаємодії рослинного організму з фітопатогенами [14, 22]. Велике значення функціонування ФАЛ для імунітету рослин демонструють роботи, в яких активність ФАЛ пригнічували або повністю усували специфічними інгібіторами цього ферменту. За такої обробки навіть у генетично стійких рослин збільшувалось ураження патогенами через припинення утворення фенолів і попередників лігніну [8, 18, 19]. Це підтверджують також дані, отримані під час дослідження рослин тютюну з епігенетично супресованою експресією ФАЛ і нестійких до інфікування вірусом тютюнової мозаїки (ВТМ) [20]. Феноли, особливо в окисненій формі, токсичні для мікроорганізмів, тому можуть обмежувати їх розмноження в рослинній клітині [5, 12].

Метою нашої роботи було вивчення впливу на активність ФАЛ композиційних препаратів регуляторів росту рослин, отриманих із природної сировини, здатних підвищувати стійкість до патогенних грибів [9].

### Методика

Досліджено такі препарати:

1) біовітрекс-екстра, що є композиційним препаратом на основі вермикомпосту (джерело гумату і фітогормонів), хелатованих мікроелементів, має властивості регулятора росту, рідкого добрива й адаптогена [3];

2) аверком — комплексний препарат широкого спектра дії, створений на основі біомаси *Streptomyces avermitilis* УКМ АС-2179, який містить авермектин, ауксини, цитокініни, гібереліни, брасиностероїди, ненасичені жирні кислоти, в тім числі арахідонову кислоту [2];

3) епін-екстра — розчин брасиностероїду 2,4-епібрасиноліду (0,025 мг/л), гормоноподібного регулятора росту, здатний підвищувати стійкість рослин до хвороб і несприятливих чинників середовища [10].

Біологічну ефективність препаратів оцінювали у 2009 р. на посівах озимої пшениці сортів Смуглянка і Колумбія в польовому дрібноділянковому досліді на базі Дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (сmt Глеваха Васильківського р-ну Київської обл.) відповідно до вимог державного випробування біологічної активності агрохімікатів. Грунт у господарстві дерново-підзолистий, за гранулометричним складом супіщаний, вміст гумусу 1,6 %, рН сольовий 5,1. Сорти озимої пшениці Поліська 90 і Володарка досліджували у вегетаційному досліді; у 2009 р. рослини вирощували у вегетаційному будиночку в посудинах з масою ґрунту 12 кг, по 15 рослин на посудину. Грунт у посудинах сірий опідзолений, рН 6,1, на 1 кг ґрунту додавали по 1 г нітроамофоски. Вологість ґрунту в процесі вегетації підтримували на рівні 70 % ПВ, у фазу виходу в трубку всі рослини підживлювали  $KNO_3$  і  $K_2HPO_4$  із розрахунку по 2 г кожної солі на посудину.

Веgetуючі рослини як польового, так і вегетаційного дослідів обробляли розчинами досліджуваних препаратів один раз за вегетацію — наприкінці фази кушіння—початку виходу в трубку — 08.05.09 обприскуванням зі штангового обприскувача марки «Агритон» (Німеччина).

Зразки для аналізу відбирали після обприскування у польовому досліді 14.05.09 — у фазу виходу в трубку, 22.05.09 — у фазу колосіння, 04.06.09 — у фазу цвітіння, 18.06.09 — у фазу молочно-воскової стиглості.

У вегетаційному досліді зразки відбирали тільки у фазу молочно-воскової стиглості — 18.06.09. Для рослин вегетаційного досліді 07.05.09 створювали штучний інфекційний фон інокуляцією *Oculimacula yallundae* (Wollwork et Sponer) Crous & W. Gams (збудником церкоспорельозу — прикореневої гнилі стебла озимої пшениці), щоб оцінити реакцію ФАЛ цих сортів озимої пшениці на зараження фітопатогеном і наступну обробку захисно-стимульовальними препаратами. Активність ФАЛ в рослинах озимої пшениці визначали за методом Зукера [23] з деякими модифікаціями [1] у верхньому міжвузлі (під колосом) та у верхньому або прапорцевому листку. Зразки рослин різних варіантів заморожували рідким азотом, гомогенізували й екстрагували розчинний білок з викорис-

танням боратного буфера з рН 8,8 і додаванням меркаптоетанолу та ЕДТА. Співвідношення наважка зразка : буфер для екстракції становило 1 : 10. Після центрифугування (5000 об/хв, 20 хв) у надосадовій рідині визначали активність ФАЛ. Паралельно відбирали зразки розчинного білка для встановлення в них концентрації білка методом Лоурі [17]. Інкубаційна суміш для визначення активності ФАЛ (об'єм 3 мл) складалась із боратного буфера з рН 8,8; 3,3 мМ фенілаланіну і 50—100 мкл розчинного білка; інкубацію проводили при 38 °С, після закінчення процесу проби охолоджували і фотометрували за 290 нм. Дезамінування фенілаланіну за участю ФАЛ збільшувало оптичне поглинання суміші порівняно з відповідними контролями, де фенілаланін в інкубаційну суміш не вносили. Обчислювали різницю оптичного поглинання дослідних і контрольних зразків, отримане значення перераховували на 1 мг білка, воно характеризувало активність ФАЛ.

Досліди й аналізи проводили в чотириразовій повторності, результати оброблено статистично.

### Результати та обговорення

Дослідженням активності ФАЛ у міжвузлі під колосом рослин озимої пшениці сорту Смуглянка встановлено, що вона змінюється залежно від фази розвитку рослин, зокрема в контрольному варіанті активність ФАЛ була максимальною у фазу колосіння (22.05.09), а в наступні фази вона поступово знижувалась. У дослідних варіантах максимальна активність ФАЛ також зафіксована у фазу колосіння, а її зменшення в наступній фазі (цвітіння) у варіанті з обробкою рослин аверкомом було не таким стрімким, як у контрольному (рис. 1, а) та в разі обробки препаратом епін-екстра.

Активність ФАЛ у міжвузлі під колосом значно інтенсифікувалась після обробок рослин як аверкомом, так і епіном-екстра, порівняно з контролем вона була чітко виражена у фази колосіння і цвітіння, особливо в разі обробки аверкомом.

У прапорцевому листку рослин озимої пшениці сорту Смуглянка активність ФАЛ була на 1—2 порядки нижчою, ніж у міжвузлі, крім того, на неї слабо впливала обробка препаратами аверкомом та епіном-екстра (табл. 1). Максимальну активність ФАЛ зафіксовано у верхньому листку на початку дослідження, тобто у фазу виходу в трубку. У цю фазу також найбільше зростала активність ФАЛ у результаті обробок рослин аверкомом та епіном-екстра. В наступні фази розвитку рослин активність ФАЛ у верхньому листку знижувалась. У разі обробки рослин епіном-екстра вона була меншою за відповідні контрольні значення, а за обробки аверкомом — активність ФАЛ перевищувала контрольний рівень. Основний же обсяг літературних даних щодо активності ФАЛ та її ролі в стресових для рослини умовах отримано з використанням проростків рослин 7—10-добового віку. Лише в одній праці [11] підтверджено низький рівень активності ФАЛ у листках ячменю після досягнення кожним із них 19-добового віку.

У пшениці сорту Колумбія активність ФАЛ у першому міжвузлі під колосом також змінювалась залежно від фази розвитку рослин. В контрольному варіанті максимальну активність ФАЛ зафіксовано не у фазу колосіння, як у сорту Смуглянка, а у фазу цвітіння. В подальшому у фазу молочно-воскової стиглості активність ФАЛ знижувалась (див. рис. 1, б).

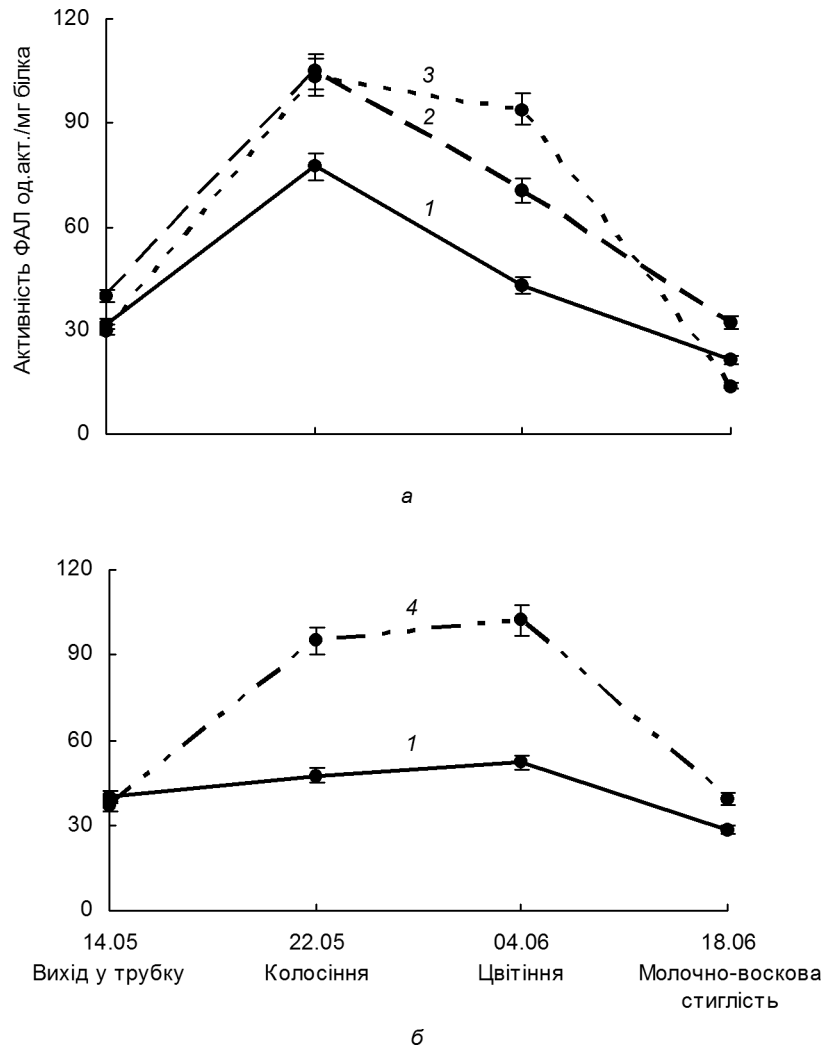


Рис. 1. Активність фенілаланінаміакліази у міжвузлі під колосом рослин озимої пшениці сортів Смуглянка (а) і Колумбія (б):

1 – контроль, без обробки; 2–4 – обробка епіном-екстра (2), аверкомом (3), біовітрексом-екстра (4)

У дослідному варіанті (обробка рослин біовітрексом-екстра) максимальну активність ФАЛ також зареєстровано у фазу цвітіння, але після цієї обробки істотно (майже вдвічі) стимулювалась активність ферменту в міжвузлі під колосом. Активність ФАЛ у прапорцевому листку рослин озимої пшениці сорту Колумбія, як і рослин сорту Смуглянка, була значно нижчою, ніж у міжвузлях. У рослин, оброблених біовітрексом-екстра, активність ФАЛ спочатку знижувалась порівняно з контрольним варіантом і незначно підвищувалась у фазу молочно-воскової стиглості (див. табл. 1).

Обробка двох сортів озимої пшениці (Поліська 90, Володарка) препаратами біовітрекс-екстра та епін-екстра у вегетаційному досліді значно стимулювала активність ФАЛ у міжвузлі під колосом у фазу молочно-воскової стиглості у варіантах як без зараження, так і на фоні штучного зараження церкоспорельозом (за винятком варіанта обробки епіном-екстра і зараження сорту Поліська 90 та варіанта обробки біо-

ТАБЛИЦЯ 1. Активність фенілаланіаміакліази (од. акт./мг білка) у прапорцевому листку рослин озимої пшениці сортів Смуглянка і Колумбія

Варіант	Дата відбору зразків, фаза розвитку рослини		
	14.05.09, вихід у трубку	22.05.09, колосіння	18.06.09, молочно- воскова стиглість
Смуглянка			
Контроль, без обробки	0,76±0,04 (100 %)	0,36±0,02 (100 %)	0,65±0,03 (100 %)
Обробка аверкомом (5 мл/га)	0,92±0,07 (121 %)	0,42±0,02 (117 %)	0,76±0,04 (117 %)
Обробка епіном-екстра (50 мл/га)	1,04±0,06 (136 %)	0,34±0,01 (94 %)	0,44±0,02 (68 %)
Колумбія			
Контроль, без обробки	1,23±0,08 (100 %)	0,65±0,03 (100 %)	1,04±0,07 (100 %)
Обробка біовітрексом- екстра (100 мл/га)	0,61±0,04 (49,9 %)	0,38±0,02 (58,5 %)	1,36±0,09 (131 %)

вітрексом-екстра і зараження сорту Володарка, які залишались майже на рівні контролю) (рис. 2).

У цьому досліді активність ФАП була значно вищою в міжвузлях і листках рослин сорту Поліська 90 порівняно з Володаркою як у контрольному (необробленому) варіанті, так і після обробки досліджуваними препаратами регуляторів росту (див. рис. 2).

В рослин обох сортів озимої пшениці активність ФАП у листках у розрахунку на загальний білок також була значно нижчою, ніж у міжвузлях (табл. 2). Отже, обробка рослин в період вегетації препаратами з

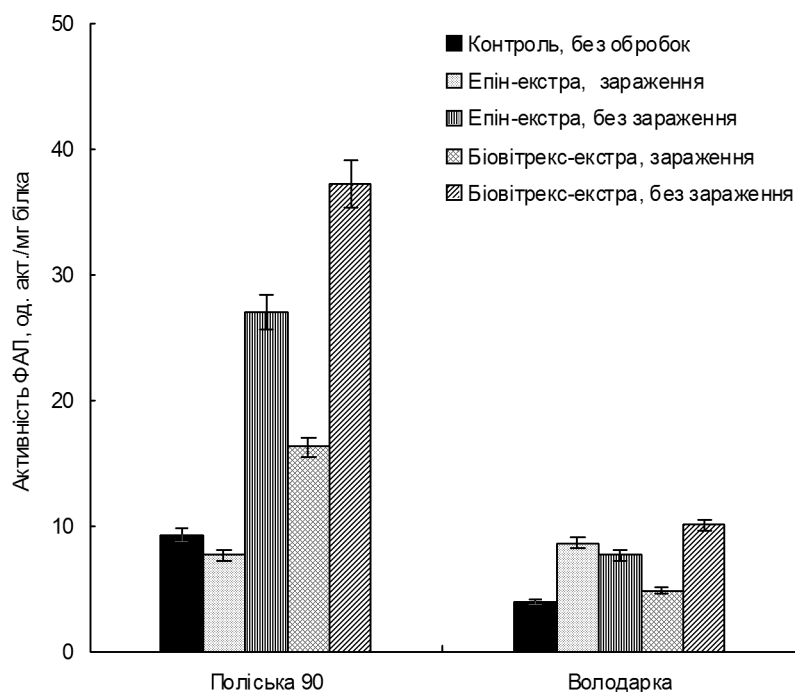


Рис. 2. Активність фенілаланіаміакліази у міжвузлі під колосом рослин озимої пшениці сортів Поліська 90 та Володарка у фазу молочно-воскової стиглості (вегетаційний дослід)

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

ТАБЛИЦЯ 2. Активність фенілаланінаміаклази (од. акт./мг білка) у прапорцевому листку рослин озимої пшениці сортів Поліська 90 і Володарка у фазу молочно-воскової стиглості (вегетаційний дослід)

Варіант	Поліська 90	Володарка
Контроль, без обробки	1,75±0,07 (100 %)	0,99±0,05 (100 %)
Зараження, обробка епіном-екстра (50 мл/га)	1,58±0,05 (90,3 %)	1,02±0,06 (103 %)
Без зараження, обробка епіном-екстра (50 мл/га)	1,39±0,08 (80 %)	0,75±0,04 (76 %)
Зараження, обробка біовітрексом-екстра (100 мл/га)	1,22±0,03 (79 %)	1,09±0,06 (110 %)
Без зараження, обробка біовітрексом-екстра (100 мл/га)	1,37±0,04 (79 %)	0,96±0,04 (97 %)

рістстимулювальною активністю різного типу значно підвищувала активність ферменту ФАЛ у міжвузлі під колосом, що могло спричинити індукцію синтезу метаболітів фенольної природи, важливих для формування стійкості до фітопатогенів та модифікації клітинних стінок. На нашу думку, активування ФАЛ аверкомом могло бути спричинене наявністю в препараті арахідонової кислоти як біогенного елісатора, а в препараті біовітрекс-екстра — фітогормонів включно з брасиностероїдами.

Можливість значного стимулювання (в 3 і більше разів порівняно з контролем) білка-фермента ФАЛ показано в лабораторних умовах у численних модельних експериментах із проростками різних рослин, оброблених як фітогормонами [14, 15, 21], так і різними елісаторами [7, 13, 16, 22]. Доведено також, що ФАЛ не активувалась у разі попередньої обробки проростків розчинами інгібіторів синтезу білка чи нуклеїнових кислот (циклогексимідом, актиноміцином Д). Це були короткочасні досліді, коли спостереження вели протягом кількох діб після відповідних обробок проростків препаратами фітогормонів чи елісаторів. У нашій роботі в умовах польового й вегетаційного дослідів активність ФАЛ після обприскування рослин пшениці у фазу кушіння комплексними регуляторами росту рослин із природної сировини (біовітрекс-екстра, аверком, епін-екстра), до складу яких входять фітогормони й елісатори, також підвищувалась. Однак наші досліді тривали значно довше, ніж лабораторні, тому ефект від одноразової обробки регуляторами росту рослин був помітний протягом усього періоду вегетації з максимальним активуванням ФАЛ у фазі колосіння і цвітіння навіть у разі вирощування рослин у вегетаційному досліді на штучно створеному інфекційному фоні. У зв'язку з цим така обробка може бути доцільною для індукції й регулювання захисних реакцій рослин пшениці.

Виконано багато робіт [6], які демонструють значне зменшення вмісту білків у тих органах і тканинах, де інтенсивно накопичуються фенольні сполуки. Ця протилежна залежність підтверджує, що вміст фенілаланіну як субстрату ФАЛ, який надходить з асиміляційним потоком, стає недостатнім, тому під'єднується додатковий фенілаланін із фондів катаболізму білків.

У наших дослідіах також виявлено зменшення вмісту білка в міжвузлі під колосом у варіантах озимої пшениці, оброблених різними регуляторами росту рослин, що стимулювали активність ФАЛ (табл. 3).

Аналогічну залежність ми отримали й для міжвузлів пшениці сортів Поліська 90 і Володарка у вегетаційному досліді, де стимулювання ак-

ТАБЛИЦЯ 3. Вміст розчинного білка (мг/г тканини) у міжвузлі під колосом рослин озимої пшениці сортів Колумбія і Смуглянка в різні фази розвитку

Варіант	Дата відбору зразків, фаза розвитку рослин			
	14.05 кущіння	22.05 колосіння	04.06 цвітіння	18.06 молочно- воскова стиглість
Колумбія				
Контроль, без обробки	8,05±0,20	12,20±0,56	9,25±0,37	6,65±0,31
Обробка біовітрексом-екстра (100 мл/га)	6,65±0,15	9,60±0,48	7,10±0,30	7,30±0,36
Смуглянка				
Контроль, без обробки	10,25±0,31	11,00±0,51	11,00±0,50	8,25±0,39
Обробка аверкомом (5 мл/га)	8,85±0,39	10,00±0,46	10,00±0,51	7,10±0,27
Обробка епіном-екстра (50 мл/га)	8,15±0,25	9,00±0,40	9,50±0,46	8,30±0,41

ТАБЛИЦЯ 4. Вміст розчинного білка (мг/г тканини) у міжвузлі під колосом рослин озимої пшениці сортів Поліська 90 і Володарка у фазу молочно-воскової стиглості

Варіант	Поліська 90	Володарка
Контроль, без обробки	7,25±0,34	10,10±0,46
Зараження, обробка епіном-екстра (50 мл/га)	8,25±0,42	4,70±0,20
Без зараження, обробка епіном-екстра (50 мл/га)	5,85±0,30	6,10±0,28
Зараження, обробка біовітрексом-екстра (100 мл/га)	4,70±0,25	5,25±0,29
Без зараження, обробка біовітрексом-екстра (100 мл/га)	5,60±0,27	6,65±0,37

тивності ФАЛ корелювало зі зменшенням вмісту розчинного білка в міжвузлі (табл. 4).

Отже, комплексні регулятори біовітрекс-екстра, аверком, епін-екстра сприяли підвищенню активності ФАЛ — ферменту, що каталізує утворення фенольних сполук, та індуктора набутої системної стійкості рослин до фітопатогенів у критичні фази розвитку озимої пшениці. Найчутливішим органом до дії препаратів було перше (під колосом) міжвузля, яке забезпечує безпосередній транспорт метаболітів до колоса. Активування ФАЛ сприяє накопиченню фенольних сполук і тим самим зміцнює клітинні стінки, запобігаючи проникненню патогенних грибів.

Згідно з отриманими результатами, досліджувані нами препарати можуть брати участь у формуванні системної стійкості рослин до фітопатогенів, одним із можливих механізмів якої, ймовірно, може бути активування ФАЛ.

1. Адамовская В.Г., Молодченкова О.О., Цисельская Л.И. и др. Метаболизм ФАЛ, ингибиторов трипсина и эндогенного лектина в растениях злаковых культур с разным уровнем устойчивости к фузариозу // Физиология и биохимия культ. растений. — 2008. — 40, № 4. — С. 318—329.
2. Білявська Л.О. Біосинтез антипаразитарних і фітостимулюючих речовин *Streptomyces avermitilis* УКМ АС-2179: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. — К., 2008. — 20 с.

3. Драговоз І.В., Волкогон М.В., Яворська В.К. та ін. Фізіологічна активність компонентів вермикомпосту та створення на його основі комплексного регулятора росту // Физиология и биохимия культ. растений. — 2006. — **38**, № 4. — С. 292—300.
4. Драговоз І.В., Гладун Г.О., Богданович А.В. та ін. Індукція захисних реакцій у рослин озимої пшениці регулятором росту зернових культур біовітрекс-екстра // Матеріали ХІІ з'їзду т-ва мікробіологів України ім. С.М. Виноградського (Ужгород, 25—30 травня 2009 р.). — Ужгород, 2009. — С. 369.
5. Запретов М.Н. Специализированные функции фенольных соединений в растениях // Физиология растений. — 1993. — **40**, № 6. — С. 921—931.
6. Маргна У.В. Взаимосвязь метаболизма флавоноидов с первичным метаболизмом растений // Итоги науки и техники. Сер. Биол. химия. — М.: ВИНТИ, 1990. — **33**. — С. 1—176.
7. Озерецковская О.Л., Ильинская Л.И., Васюкова Н.И. Механизмы индуцирования элиситорами системной устойчивости растений к болезням // Физиология растений. — 1994. — **41**, № 4. — С. 626—636.
8. Плотникова Л.Я. Эволюция цитофизиологических взаимоотношений возбудителей бурой ржавчины и пшеницы при преодолении устойчивости, детерминированной геном Lr19 // Микология и фитопатология. — 2009. — **43**, № 4. — С. 343—358.
9. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві. — К.: Логос, 2006. — 175 с.
10. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. — М.: Агрорус, 2007. — 399 с.
11. Тохвер А., Пальм Э. Интенсивность функционирования шикиматного пути и накопление фенольных соединений в листьях ячменя разного возраста // Физиология растений. — 1991. — **38**, № 3. — С. 485—491.
12. Физиология сельскохозяйственных растений. В 12 т. — Т. 4. Физиология пшеницы / Под ред. П.А. Генкеля. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. — С. 535—536.
13. Darvill A., Albersheim P. Phytoalexins and their elicitors — a defense against microbial infection in plants // Annu. Rev. Phytopathol. — 1984. — **35**. — P. 243—275.
14. Dixon R., Paiva N. Stress-induced phenylpropanoid metabolism // Plant Cell. — 1995. — **7**, N 7. — P. 1085—1097.
15. Hyodo H., Yang S. Ethylene-enhanced synthesis of phenylalanine ammonia lyase in pea seedlings // Plant Physiol. — 1971. — **47**, N 6. — P. 765—770.
16. Khan W., Prithiviraj B., Smith D. Chitosan and chitin oligomers increase phenylalanine ammonia-lyase and tyrosine ammonia lyase activities in soybean leaves // J. Plant Physiol. — 2003. — **160**, N 8. — P. 859—863.
17. Lowry O.H., Rosebrough W.J., Farr A.D., Raucull R.U. Protein measurement with the folin phenol reagent // J. Biol. Chem. — 1951. — **193**, N 1. — P. 265—275.
18. Mauch-Mani B., Slusarenko A. Production of salicylic acid precursors is a major function of phenylalanine ammonia-lyase in the resistance of *Arabidopsis* to *Peronospora parasitica* // Plant Cell. — 1996. — **2**, N 2. — P. 203—212.
19. Meerschbacher B., Noll U., Gorrichou L., Reisner H. Specific inhibition of lignification breaks hypersensitive resistance of wheat to stem rust // Plant Physiol. — 1990. — **93**, N 2. — P. 465—470.
20. Pallas J., Paiva N., Lamb C., Dixon R. Tobacco plants epigenetically suppressed in phenylalanine ammonia-lyase expression do not develop systemic acquired resistance in response to infection by tobacco mosaic virus // Plant J. — 1996. — **10**, N 2. — P. 281—293.
21. Reid P., Marsh H. Gibberellic acid promoted activity of L-phenylalanine ammonia lyase in several plant species // Z. Pflanzenphysiol. — 1969. — **61**, N 1. — P. 170—172.
22. Vance C. Lignification as a mechanism of disease resistance // Annu. Rev. Phytopathol. — 1980. — **18**. — P. 259—265.
23. Zucker M. Induction of phenylalanine deaminase by light and its relation to chlorogenic acid synthesis in potato tuber tissue // Plant Physiol. — 1965. — **40**, N 5. — P. 779—784.

Отримано 20.08.2010



ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА АКТИВНОСТЬ  
ФЕНИЛАЛАНИНАММИАКЛИАЗЫ РАСТЕНИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

*А.А. Гладун,<sup>1</sup> И.В. Драговоз,<sup>1</sup> В.К. Яворская,<sup>1</sup> Т.И. Маковейчук,<sup>1</sup> Л.А. Билявская,<sup>2</sup>  
Г.А. Иутинская<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт физиологии растений и генетики Национальной академии наук Украины, Киев

<sup>2</sup>Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного Национальной академии наук Украины, Киев

Исследовали влияние комплексных регуляторов роста растений из природного сырья (биовитрекс-экстра, аверком, эпин-экстра) на активность фенилаланинаммиаклиазы в междоузлии под колосом и флаговом листе озимой пшеницы на протяжении вегетации в условиях полевого мелколделяночного и вегетационного опытов. Установлена способность этих регуляторов значительно повышать активность ФАЛ в первом междоузлии под колосом озимой пшеницы различных сортов. Максимальная активация ФАЛ наблюдалась в первом междоузлии под колосом в фазы колошения и цветения.

THE EFFECT OF COMPLEX PLANT GROWTH REGULATORS ON ACTIVITY OF  
PHENYLALANINE AMMONIA LYASE IN WINTER WHEAT

*A.A. Gladun,<sup>1</sup> I.V. Dragovoz,<sup>1</sup> V.K. Yavorska,<sup>1</sup> T.I. Makoveychuk,<sup>1</sup> L.O. Biliavska,<sup>2</sup>  
G.O. Iutyńska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Institute of Plant Physiology and Genetics, National Academy of Sciences of Ukraine  
31/17 Vasylkivska St., Kyiv, 03022, Ukraine

<sup>2</sup>D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine  
154 Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D03680, Ukraine

The effect of complex plant growth regulators (biowheatrex, avercom, epin) from natural starting materials on PAL activity in winter wheat upper internode and leaf was studied. These regulators significantly stimulated PAL activity in upper internode under ear of several winter wheat varieties. The maximum of PAL stimulation was observed in the upper internode at stages of earing and flowering.

*Key words:* phenylalanine ammonia lyase, stages of development, internode, leaf, plant growth regulators.