

УДК 58.036:577.19:582.542.11

## ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ НА ВМІСТ АБСЦИЗОВОЇ КИСЛОТИ В ПРОРОСТКАХ *TRITICUM AESTIVUM* L. СОРТУ ЯТРАНЬ 60

І.В. КОСАКІВСЬКА, Л.В. ВОЙТЕНКО, А.Ю. УСТІНОВА, Р.В. ЛІХНЬОВСЬКИЙ

*Институт ботаніки ім. М.Г. Холодного Національної академії наук України  
01601 Київ, вул. Терещенківська, 2  
e-mail: inst@botany.kiev.ua*

Досліджено вплив температурного режиму на вміст вільної і зв'язаної форм абсцизової кислоти (АБК) в кореневій і надземній частинах 7- і 14-добових проростків *Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60. Показано, що після дії низької плюсової температури (+4 °С, 2 год) у 7-добових проростків вміст вільної форми АБК зменшився у надземній частині і збільшився у коренях. Тепловий стрес (+40 °С, 2 год) спричинив зменшення вмісту вільної форми АБК у коренях і певне зростання в надземній частині. Натомість рівень зв'язаної форми АБК знижувався як у коренях, так і в надземній частині після зміни температурного режиму. Пул ендогенної АБК значно зростав у коренях 14-добових проростків після теплового стресу, тоді як у надземній частині зберігався на рівні контролю у зв'язку з акумуляцією зв'язаної форми. Низька температура негативно впливала на вміст вільної форми АБК в надземній частині, тоді як у коренях акумулювалась зв'язана форма АБК. Після комбінованого стресу вміст вільної форми й пулу ендогенної АБК значно збільшився у надземній частині проростків.

*Ключові слова:* *Triticum aestivum* L., абсцизова кислота, температурні стреси.

Фітогормони відіграють важливу роль у процесах росту, розвитку й забезпеченні стійкості рослин. Згідно з даними сучасної фізіології, вирішальним чинником у функціонуванні окремих фітогормонів є їх концентрація і локалізація в окремих органах і тканинах рослин [1, 17]. АБК є одним з основних гормонів, задіяних у формуванні адаптаційного синдрому рослинних організмів [23]. У рослинних тканинах вона знаходиться у вільній та зв'язаній формах. Остання є продуктом взаємодії складного ефіру АБК і *D*-глюкози. Встановлено, що органи й тканини рослин реагують на дію різноманітних стресових чинників підвищенням вмісту активної (вільної) форми гормону, що відбувається перш за все внаслідок гідролізу зв'язаної форми АБК [19]. Зростання рівня АБК у тканинах листка провокує закриття продохів із наступним зниженням рівня транспірації й відповідно підвищенням вмісту води в проростках [2]. АБК регулює процес закриття продохів і в такий спосіб зм'якшує дію водного стресу [21]. Зміна концентрації ендогенної АБК є сигналом для експресії генів білків, чутливих до холодового стресу [9, 13, 16, 22]. АБК активує COR-гени (від англ. cold regulated), до яких належать RAB (від ABA-responsive) та DHN (від dehydrins), і гени родини LEA (від late embryogenesis abundant), продукти експресії яких беруть безпосередню участь у формуванні стійкості рослин до дії низьких температур [18].

© І.В. КОСАКІВСЬКА, Л.В. ВОЙТЕНКО, А.Ю. УСТІНОВА, Р.В. ЛІХНЬОВСЬКИЙ, 2014

Відомо, що температурний режим — один із вирішальних абіотичних чинників, які впливають на процеси росту й розвитку рослин, урожайність провідних аграрних культур. Водночас порівняльне вивчення впливу короткотривалих температурних стресів на баланс фітогормонів у різних за стійкістю до температури сортів пшениці майже не проводилось. Серед публікацій слід вказати на дослідження, в яких встановлено, що під дією стресових температур у пшениці й огірка підвищується кількість ендогенної АБК [3, 12]. Показано, що після штучного зменшення вмісту АБК в листках пшениці продири тривалий час залишались відкритими [20]. Проаналізовано комплекс фітогормонів у проростках гібридів кукурудзи з різним рівнем стійкості до дії високих температур [8]. Досліджено динаміку вмісту вільної та зв'язаної форм АБК у рослин із різними типами екологічних стратегій у відповідь на температурні стреси [5].

Метою нашої роботи було визначення характеру змін вмісту вільної і зв'язаної форм АБК у 7- й 14-добових проростках жаростійкого сорту озимої м'якої пшениці Ятрань 60 після дії температурних стресів. Ми виходили з припущення, що специфічні зміни пулу ендогенної АБК та її форм у коренях і надземній частині проростків після зміни температурного режиму певним чином корелюють із термостійкістю рослин й у подальшому можуть використовуватись під час скринінгу і створення стійких сортів.

### Методика

*Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60 належить до короткостеблових, середньоранніх сортів інтенсивного типу. Є стандартом для Лісостепу та Полісся, рекомендований для вирощування також у Степовій зоні України. Стійкий до вилягання, характеризується високою жаро- і посухостійкістю. Морозостійкість вища від середньої і добра [7]. Відкаліброване насіння перед висіванням стерилізували в три етапи: впродовж 3 хв у розчині перманганату калію (насиченого кольору); впродовж 2 хв у етанолі (96 %); впродовж 1 хв в розчині нітрату срібла (0,1 %). Після кожного етапу насіння промивали в стерильній дистильованій воді. Стерилізоване насіння переносили в чашки Петрі на зволожений фільтрувальний папір і залишали на 1 добу за температури +24 °С та освітлення 110 мкмоль/(м<sup>2</sup> · с). Фотоперіод становив 16 год. Через 24 год за відсутності візуальних ознак зараження пліснявими грибами проростки пересаджували в посудини об'ємом 750 мл по 20 рослин на мінеральний субстрат фірми «Grodan». Умови температурного режиму та освітлення при цьому не змінювали. Щоденно у мінеральний субстрат вносили по 100 мл дистильованої води. Для вивчення впливу змін температурного режиму 7- і 14-добові проростки піддавали короткотривалий (впродовж 2 год) дії температур +40 і +4 °С (різні групи рослин і відповідно різні стреси). Комбінований стрес створювали дією короткотривалого теплового стресу на 14-добові проростки, які у віці 7 діб зазнали дії короткотривалого холодного стресу. Для подальшого визначення вмісту АБК проби з надземної частини й коренів проростків (контрольні та після стресу) зважували на електронних вагах OHAUS Adventurer (Китай) по 30 мг у трьох повтореннях і заморожували в дилфризери Jouan VX100 (Чехія) за температури –82 °С.

Фракцію АБК екстрагували охолодженням 80 %-м етанолом із додаванням 1–2 крапель антиоксиданту (0,02 % діетилдитіокарбамату натрію). Спиртові екстракти випарювали до водного залишку і проморо-

жували. Аліквоту розмороженого водного залишку доводили розчином 2 н HCl до pH 3,0 і центрифугували при 10 000 g упродовж 20 хв на центрифугі К-24 фірми «Janetski» (Німеччина). Вільну форму АБК тричі екстрагували діетиловим ефіром із надосадової рідини. Фракцію вільної форми гормону додатково очищували кислотно-лужною пере-екстракцією та методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) на пластинах Silica gel 60 F254 («Merck», Німеччина) у системі розчинників хлороформ : етилацетат : льодяна оцтова кислота (70 : 30 : 5). Зони хроматограм, які відповідали  $R_f$  стандарту АБК, елюювали етанолом, елюати випарювали до сухого стану на вакуумному ротаційному випарювачі (тип 350 р, ПНР) за температури, не вищої від +40 °С.

Зв'язану форму АБК визначали після гідролізу водного залишку (екстрагування вільної форми діетиловим ефіром) розчином 1 н NaOH у 30 %-му етанолі на водяній бані. Подальше її очищення проводили подібно до визначення вільної форми [6].

Якісний і кількісний аналіз АБК виконували методом високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) на рідинному хроматографі Agilent 1200 LC із діодно-матричним детектором G 1315 В (США) на колонці Eclipse XDB-C 18 з параметрами 4,6 × 150 мм, розмір часточок — 5 мкм. Елюювали фітогормон у системі розчинників метанол : бідистильована вода : оцтова кислота (59 : 40 : 1) у режимі on line. Хроматограми обчислювали за допомогою програмного забезпечення Chem Station (версія В. 03.01) у режимі off line. Досліди виконували в трьох біологічних і п'яти аналітичних повтореннях. Цифровий матеріал оброблено статистично за допомогою програм MS Excel 2003 та Origin 6.0. Вірогідність різниці оцінено за критерієм Стьюдента з використанням 5 %-го рівня значущості ( $P \leq 0,05$ ).

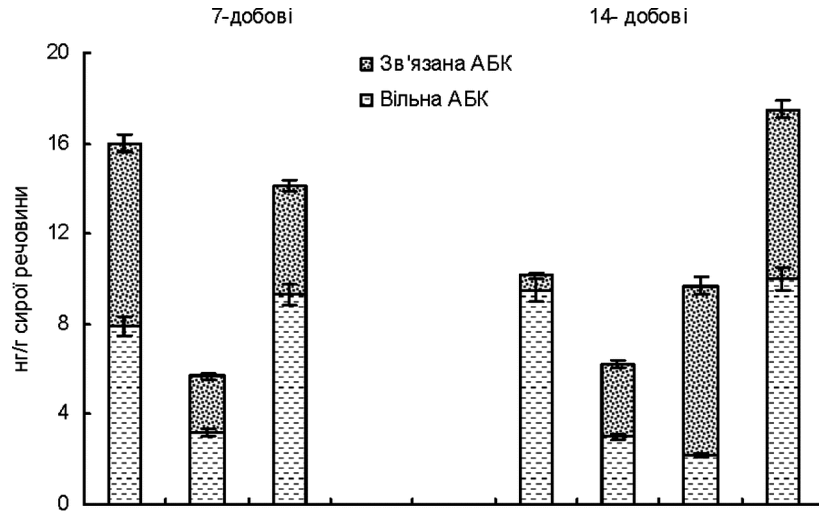
## Результати та обговорення

Екстремальні температури — один із найпоширеніших природних стресових чинників, який провокує порушення водного режиму, уповільнює ріст і знижує продуктивність рослин. У рослинних організмах функціонує певний комплекс захисних реакцій, у регуляції якого задіяні фітогормони. Одним із перших проявів реакції рослин на вплив абіотичних стресових чинників є зміна вмісту АБК [2, 15].

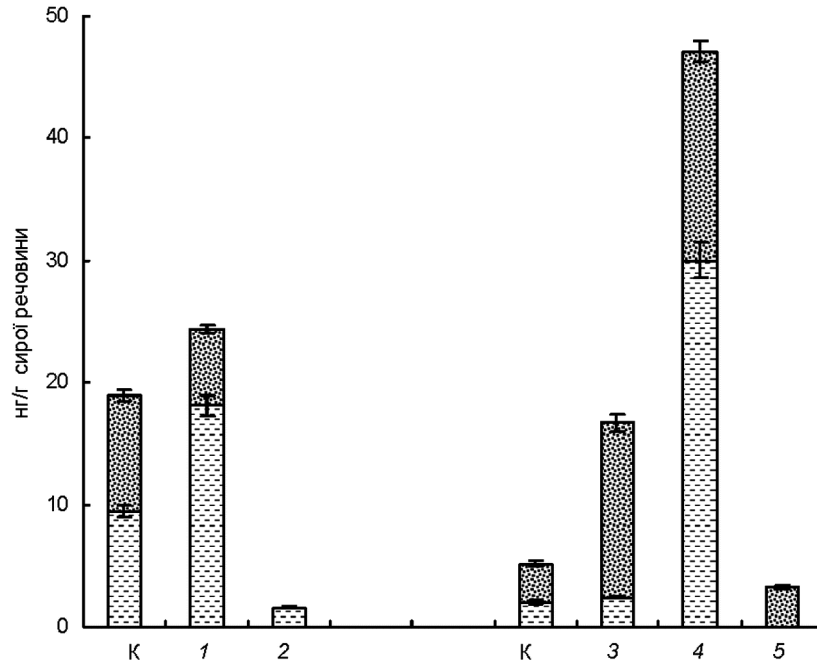
Ми встановили, що за контрольних умов у 7-добових проростках пшениці вміст вільної та зв'язаної форм АБК у коренях вищий, ніж у надземній частині (рисунок). Після короткотривалого холодного стресу в коренях 7-добових проростків вміст вільної форми АБК збільшувався (вдвічі), ймовірно, внаслідок гідролізу кон'югованої форми, рівень якої знизився (див. рисунок, а). Подібні результати отримано при вивченні впливу сольового стресу на вміст вільної форми АБК у коренях проростків квасолі [14]. Ми виявили, що в надземній частині 7-добових проростків пшениці сорту Ятрань 60 після холодного стресу істотно зменшувався вміст обох форм АБК (див. рисунок, а). Натомість після теплового стресу рівень вільної форми АБК у коренях значно знижувався, а в надземній частині підвищувався на фоні значного зменшення вмісту зв'язаної форми як у коренях (до залишкових кількостей), так і в надземній частині 7-добових проростків (див. рисунок).

Отже, низька температура призводила до мобілізації вільної форми АБК у коренях 7-добових проростків, тоді як дія високої температури су-

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА



a



b

Вплив короткотривалих температурних стресів на вміст вільної та зв'язаної форм абсцизової кислоти у надземній частині (a) та коренях (б) проростків *Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60 (нг/г сирої речовини):

К — контроль; 1, 3 — холодний стрес; 2, 4 — тепловий стрес; 5 — перехресний стрес

проводжувалась зростанням кількості вільної форми АБК у надземній частині. Зафіксовані зміни могли відбуватися в результаті стресіндукованого вивільнення фітогормону з кон'югованого стану, а також у результаті переміщення з надземної частини до коренів за холодного та з коренів до надземної частини — за теплового стресу.

У процесі росту проростків градієнт вільної форми АБК перерозподілявся між кореневою та надземною частинами. Порівнянням різно-

вікових проростків пшениці сорту Ятрань 60 у контролі виявлено, що вміст вільної й зв'язаної форм АБК у коренях 14-добових проростків був значно меншим, ніж у 7-добових. Водночас у надземній частині проростків спостерігалось певне збільшення вмісту вільної форми й значне зменшення — зв'язаної форми АБК. Загалом пул ендогенної АБК як у кореневій, так і в надземній частинах 14-добових проростків зменшувався, причому виразніше у коренях (див. рисунок). Подібні результати отримано під час вивчення пшениці сорту Казахстанська 10, для якої встановлено, що в процесі росту вміст АБК більшою мірою зменшувався в коренях [4].

Ми встановили, що після теплового стресу вміст вільної форми АБК у коренях 14-добових проростків у 15 разів збільшувався, тоді як у надземній частині — в 4 рази зменшувався. За дії низької температури, навпаки, кількість вільної форми АБК у коренях фактично не змінювалась, тоді як у надземній частині — зменшувалась майже в 3 рази. Слід зазначити, що за дії як холодого, так і теплового стресів у коренях і надземних органах 14-добових проростків пшениці виявлено однаково високі рівні кон'югованих форм АБК порівняно з контрольними рослинами (див. рисунок).

Після комбінованого температурного стресу в коренях не виявлено вільної форми АБК, тоді як у надземній частині її кількість зберігалась на рівні контролю. Водночас за всіх умов експерименту кількість зв'язаної форми АБК зростала і в коренях, і в надземній частині проростків (див. рисунок, б). Зафіксовані нами зміни вмісту АБК вказують на участь фітогормону в індукованих температурними стресами реакціях. На ранніх етапах росту (7 діб) накопичення вільної форми АБК у коренях після дії низької, а на пізніших (14 діб) — високої температури вказує на відмінність характеру пристосувальних змін на різних етапах росту проростків пшениці сорту Ятрань 60. Комбінований стрес викликав зростання пулу ендогенної АБК у надземній частині, що опосередковано вказує на стимулювальний ефект попереднього холодого стресу. Отже, на ранніх етапах росту коренева система проростків жаростійкого сорту Ятрань 60 активно накопичувала АБК після холодого стресу, тоді як на пізніших — після теплового. У надземній частині найвиразніші зміни в характері накопичення АБК зафіксовано після комбінованого стресу. Відомо, що активність генів білків холодого шоку поряд із низькою температурою регулюється АБК [18]. Зокрема встановлено, що набуття стійкості проростками пшениці сорту Московська 39 на початкових етапах загартування пов'язане з експресією генів ряду стресових білків і транскрипційного фактора, яка відбувається за участю АБК [9, 10]. Екзогенна АБК експресує гени цистеїнової протеїнази та її інгібітору цистатину і тим самим впливає на процес біодеградації за умов температурних стресів [11]. Дослідження 4-добових проростків пшениці сорту Жниця продемонструвало, що експресія гена дегідрину під час гіпотермії знаходиться під контролем ендогенної АБК [13]. Виявлені в наших дослідженнях зміни вмісту АБК у коренях проростків після температурних стресів можуть вказувати на активацію захисних реакцій, зокрема спрямованих на синтез стресових білків і збереження гомеостазу. Закриття продихів, яке є однією з найшвидших реакцій рослин на абіотичні стреси, безпосередньо пов'язане з АБК, задіяний у міжорганній трансдукції сигналу водного дефіциту [15]. Виявлене в наших дослідженнях збільшення вмісту вільної АБК у надземній частині 7-добових про-

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

*Вплив короткотривалих температурних стресів на співвідношення вмісту абсцизової кислоти в надземній частині й коренях 7- і 14-добових проростків *Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60*

Показник	Форма АБК					
	сумарна, 7 діб	сумарна, 14 діб	вільна, 7 діб	вільна, 14 діб	зв'язана, 7 діб	зв'язана, 14 діб
Контроль	0,84	1,96	0,83	4,75	0,85	0,21
Тепловий стрес	8,81	0,20	5,81	0,07	1,6 : 0	0,43
Холодовий стрес	0,23	0,37	0,17	1,25	0,39	0,22
Перехресний стрес	—	5,46	—	10 : 0	—	2,34

ростків пшениці після теплового стресу вказує на активацію захисних процесів, вірогідно спрямованих на закриття продихів, а зростання пулу ендогенної АБК у надземній частині 14-добових проростків після комбінованого стресу можна розглядати як результат переадаптації, що відбулась при попередній дії низької температури на 7-добові проростки.

Порівнянням співвідношень вмісту АБК у різних частинах 7-добових проростків пшениці виявлено, що після теплового стресу пул ендогенної (із переважанням вільної форми) АБК був більший у надземній частині, а після холодного стресу — в коренях (таблиця), тобто на ранніх етапах росту захисний механізм активувався переважно в кореневій системі у відповідь на дію гіпотермії.

У 14-добових проростків пул ендогенної АБК у відповідь на температурні стреси збільшувався в коренях, однак при цьому після попереднього холодного стресу вільна форма АБК переважала в надземній частині. Отже, на пізніших етапах росту захисний механізм у коренях активувався у відповідь на гіпо- й гіпертермію, а в надземній частині — у відповідь на попередню гіпотермію.

Таким чином, у процесі росту пул ендогенної АБК у надземній частині й коренях проростків пшениці жаростійкого сорту Ятрань 60 зменшувався. При цьому АБК перерозподілялась: концентрація вільної форми гормону збільшувалась у надземній частині, а кон'югованої — в коренях.

Тепловий стрес викликав виразніші зміни вмісту АБК у надземній частині проростків пшениці жаростійкого сорту Ятрань 60 порівняно з холодним. Вірогідно, що накопичення АБК після дії теплового стресу в надземній частині провокує закриття продихів із наступним зменшенням транспірації, що захищає рослини від зневоднення.

Тепловий стрес спричинював значне зростання пулу ендогенної АБК у коренях 14-добових проростків пшениці жаростійкого сорту Ятрань 60, тоді як у 7-добових проростків такі зміни відбувались після дії холодного стресу. Активне накопичення вільної форми АБК у коренях після дії холодного стресу на ранніх етапах розвитку проростків і після теплового — на пізніших активувало захисні процеси. Це забезпечувало адаптацію проростків озимої пшениці до холодів після проростання, а в подальшому — їх пристосування до високої температури. Характер змін акумуляції АБК у коренях жаростійкого сорту пшениці Ятрань 60 мав специфічні ознаки, які залежали від віку проростків і виду стресу.

Попередня дія холодового стресу на 7-добові проростки викликала істотне збільшення пулу ендогенної АБК у надземній частині 14-добових проростків, тоді як у коренях вміст АБК зменшувався. Накопичення АБК вказує на ефект загартування низькою температурою проростків пшениці сорту Ятрань 60 на ранніх етапах розвитку.

Автори щиро вдячні академіку НАН України В.В. Моргуну за наукове обговорення теми, консультації щодо біологічних особливостей і надання насінневого матеріалу сортів озимої пшениці для проведення фізіолого-біохімічних досліджень.

1. Блюм Я.Б., Красиленко Ю.А., Емец А.И. Влияние фитогормонов на цитоскелет растительной клетки // Физиология растений. — 2012. — 59, № 4. — С. 557—573.
2. Веселов Д.С., Веселов С.Ю., Высоцкая Л.Б. и др. Гормоны растений: регуляция концентрации, связь с ростом и водным обменом. — М.: Наука, 2007. — 158 с.
3. Веселов Д.С., Сабиржанова И., Ахиярова Г. Роль гормонов в быстром ростом ответе растений пшеницы на осмотический и холодовой шок // Физиология растений. — 2002. — 49, № 4. — С. 572—576.
4. Егоршина А.А., Хайруллин Р.М., Сахабутдинова А.Р., Лукьянцев М.А. Участие фитогормонов в формировании взаимоотношений проростков пшеницы с эндофитным штаммом *Vacillus subtilis* 11 ВМ // Там же. — 2012. — 59, № 1. — С. 148—155.
5. Косаківська І.В., Войтенко Л.В., Устинова А.Ю. Вплив короткотривалих температурних стресів на вміст абсцизової кислоти у рослин із різними типами екологічних стратегій // Укр. ботан. журн. — 2012. — № 6. — С. 926—933.
6. Методические рекомендации по определению фитогормонов. — Киев: Наук. думка, 1988. — 78 с.
7. Моргун В.В., Санін Є.В., Швартау В.В. Клуб 100 центнерів. — К.: Логос, 2008. — 87 с.
8. Мусатенко Л.И., Веденичева Н.П., Васюк В.А. и др. Комплекс фитогормонов в проростках различных по устойчивости к повышенным температурам гибридов кукурузы // Физиология растений. — 2003. — 50, № 4. — С. 499—504.
9. Таланова В.В., Титов А.Ф., Топчиева Л.В., Малышева И.Е. Экспрессия генов транскрипционного фактора WRKY и стрессовых белков у растений пшеницы при холодом закаливании и действии АБК // Там же. — 2009. — 56, № 5. — С. 776—782.
10. Таланова В.В., Титов А.Ф., Топчиева Л.В., Репкина Н.С. Особенности экспрессии АБК-зависимых и независимых генов при холодом адаптации пшеницы // Там же. — 2011. — 58, № 6. — С. 859—865.
11. Таланова В.В., Титов А.Ф., Топчиева Л.В., Фролова С.А. Влияние абсцизової кислоти на експрессию генов цистеїнової протеїнази і її інгібітора при холодом адаптації рослин пшениці // Там же. — 2012. — 59, № 4. — С. 627—631.
12. Титов А.Ф., Таланова В.В., Акимова Т.В. Динамика холодо- и теплоустойчивости растений при действии различных стресс-факторов на их корневую систему // Там же. — 2003. — 50, № 1. — С. 94—99.
13. Шакирова Ф.М., Аллагулова И.Р., Безрукова М.В. и др. Роль эндогенной АБК в индуцируемой холодом экспрессии TADHN гена дегидрина в проростках пшеницы // Там же. — 2009. — 56, № 5. — С. 796—800.
14. Шевякова Н.И., Мусатенко Л.И., Стеценко Л.А. Регуляция абсцизової кислотою содержания полиаминов и пролина в растениях фасоли при солевом стрессе // Там же. — 2013. — 60, № 2. — С. 192—204.
15. Agarwal P.K., Jha B. Transcription factors in plants and ABA depended and independed abiotic stress signaling // Biol. Plant. — 2010. — 54. — P. 201—212.
16. Beck E.H., Fetting S., Knake C. et al. Specific and unspecific responses of plants to cold and drought stress // J. Biosci. — 2007. — 32(3). — P. 501—510.
17. Davies P.J. Regulatory factors in hormone action: Level, location and signal transduction // Plant Hormones. Biosynthesis, Signal Transduction, Action / Ed. P.J. Davies. — Dordrecht: Kluwer, 2004. — P. 15—35.
18. Gusta L.V., Trischuk R., Weiser C.J. Plant cold acclimation: The role of abscisic acid // J. Plant Growth Regul. — 2005. — 24. — P. 308—318.
19. Hansen H., Dorffling K. Changes of free and conjugated abscisic acid and phaseic acid in xylem sap of drought-stressed sunflower plants // J. Exp. Bot. — 1999. — 50, N 6. — P. 1599—1605.
20. Kudoyarova G., Veselova S., Hartung W. et al. Involvement of root ABA and hydraulic conductivity in the control of water relations in wheat plants exposed to increased evaporation demand // Planta. — 2011. — 233, N 1. — P. 87—94.

21. *Nejad A.R., van Meeteren U.* The role of abscisic acid in disturbed stomatal response characteristics of *Tradescantia virginiana* during growth at high relative air humidity // *J. Exp. Bot.* — 2007. — **58** (3). — P. 627–636.
22. *Shinozaki K., Yamaguchi-Shinozaki K.* Gene networks involved in drought stress response and tolerance // *Ibid.* — 2007. — **58**(1). — P. 221–227.
23. *Wilkinson S., Davies W.J.* ABA-Based chemical signalling: The coordination of responses to stress in plants // *Plant Cell Environ.* — 2002. — **25**, N 1. — P. 195–210.

Отримано 11.03.2014

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА СОДЕРЖАНИЕ АБСЦИЗОВОЙ КИСЛОТЫ В ПРОРОСТКАХ *TRITICUM AESTIVUM* L. СОРТА ЯТРАНЬ 60

*И.В. Косаковская, Л.В. Войтенко, А.Ю. Устинова, Р.В. Лихневский*

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного Национальной академии наук Украины, Киев

Исследовано влияние температурного режима на содержание свободной и связанной форм абсцизовой кислоты (АБК) в корневой и надземной частях 7- и 14-суточных проростков *Triticum aestivum* L. сорта Ятрань 60. Показано, что после действия низкой плюсовой температуры (+4 °С, 2 ч) у 7-суточных проростков содержание свободной формы АБК уменьшилось в надземной части и увеличилось в корнях. Тепловой стресс (+40 °С, 2 ч) вызывал уменьшение содержания свободной формы АБК в корнях и некоторый его рост в надземной части. Вместе с тем уровень связанной формы АБК снижался как в корнях, так и в надземной части после изменения температурного режима. Пул эндогенной АБК значительно возрастал в корнях 14-суточных проростков после теплового стресса, тогда как в надземной части сохранялся на уровне контроля в связи с аккумуляцией связанной формы. Низкая температура отрицательно влияла на содержание свободной формы АБК в надземной части, тогда как в корнях аккумулировалась связанная форма АБК. После комбинированного стресса содержание свободной формы и пула эндогенной АБК значительно возросло в надземной части проростков.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON ABSCISIC ACID CONTENT IN *TRITICUM AESTIVUM* L. SEEDLINGS YATRAN 60 VARIETY

*I.V. Kosakivska, L.V. Voytenko, A.Y. Ustinova, R.V. Likhnyovskiy*

M.G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine  
2 Tereshchenkivska St., Kyiv, 01601, Ukraine

The effect of short-term heat (2 h, +40 °C), cold (2 h, +4 °C) and cross-temperature stress on the level of free and conjugated forms of abscisic acid (ABA) in roots and leaves of 7- and 14-day-old seedlings of *Triticum aestivum* L. variety Yatran 60 was investigated. While growing the pool of endogenous ABA in leaves and roots decreased. At the same time level of free form of ABA in leaves increased, and the amount of conjugated form of ABA in the roots prevailed over the content of free form. Specific features in the accumulation of ABA in the roots and leaves in 7- and 14-day-old seedlings after temperature stresses were revealed. Heat stress caused more pronounced changes in the content of free form of ABA in leaves of 7-day-old seedlings and the rapid increase in the level of free and conjugated forms of ABA in the roots of the 14-day-old seedlings. After cold stress in the roots of 7-day-old seedlings dominated the free form of ABA, and the conjugated form actively accumulated in the roots of 14-day-old seedlings. Changes in ABA content after heat stresses occur more actively in the roots. ABA accumulation after cold stress in the roots of 7-day-old seedlings of winter wheat contributes to adaptation for low temperature after germination, and the ability to accumulate ABA after heat stress in 14-day-old seedlings helps to adapt to the effects of hyperthermia on the later stages of growth. ABA accumulation (mainly in the conjugated form) in the leaves after cross heat temperature stress in 14-day-old seedlings indirectly indicates preadaptation effect that occurred as a result of low temperature stress of 7-day-old seedlings.

*Key words:* *Triticum aestivum* L., abscisic acid, temperature stresses.