

Ю.Є.КОЛУПАЄВ¹, Л.І.МУСАТЕНКО²,
І.В.КОСАКІВСЬКА², Ю.В.КАРПЕЦЬ¹

¹ Харківський національний аграрний університет
ім. В.В. Докучаєва
п/в Докучаєве, Харків, 62483, Україна
plant_biology@agrouniver.kharkov.com

² Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ, 01601, Україна

ВПЛИВ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ І ФІТОГОРМОНІВ НА ТЕПЛОСТІЙКІСТЬ СІМ'ЯДОЛЕЙ *CUCUMIS SATIVUS* L. У ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗРУШЕННЯМИ ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОЇ РІВНОВАГИ

Ключові слова: *Cucumis sativus*, сім'ядолі, саліцилова кислота, абсцизова кислота, цитокініни, кінетин, пероксиди, теплостійкість

Стійкість рослин до несприятливих чинників середовища значною мірою контролюється гормональною системою. Зокрема, досить детально вивчено значення цитокінінів і абсцизової кислоти (АБК) для термотолерантності рослин [2, 3, 9]. Показано, що екзогенні цитокініни і АБК можуть позитивно впливати на холодо-, тепло- і посухостійкість рослин [3, 19, 23].

Останніми роками значна увага приділяється також ролі гормоноподібних речовин в індукуванні стійкості рослин до несприятливих чинників. До таких сполук належить саліцилова кислота (СК), яка, ймовірно, задіяна не лише в реакції рослин на патогени [4], а й у відповіді на абіотичні стресори [15]. Так, продемонстрована роль ендогенної [15] та екзогенної [8, 15] СК у підвищенні стійкості рослин різних таксономічних груп до ушкоджуючого нагрівання.

Дія екзогенних фітогормонів та СК може супроводжуватися змінами прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в рослинних клітинах. Наприклад показано, що екзогенний кінетин підвищував активність антиоксидантних ферментів у *Pisum sativum* L. [5] і стабільність мембран, перешкоджаючи пероксидному окисненню ліпідів за водного стресу у *Triticum aestivum* L. [19]. Є також повідомлення щодо антиоксидантних ефектів АБК [10, 22] та СК [17]. Водночас як АБК, так і СК здатні спричинювати окиснювальний стрес, пов'язаний з нагромадженням активних форм кисню (АФК), насамперед O_2 та H_2O_2 [6, 20]. Є свідчення стосовно ролі АФК як посередників в індукуванні саліцилатом стійкості рослин до патогенів. Показано, що антиоксиданти здатні пригнічувати експресію PR-генів, яку індукує СК [21]. Є відомості про значення АФК у трансдукції сигналу АБК, зокрема встановлено,

© Ю.Є. КОЛУПАЄВ, Л.І. МУСАТЕНКО, І.В. КОСАКІВСЬКА, Ю.В. КАРПЕЦЬ, 2006

що один з важливих ефектів АБК — здатність зумовлювати закриття про-
дихів — реалізується за участю АФК [16, 21].

Проте дані щодо ролі АФК як посередників у реалізації захисної дії фіто-
гормонів і гормоноподібних речовин поки що дуже фрагментарні. Зокрема,
не можна вважати однозначно доведеною роль АФК як посередників в інду-
куванні клітинних механізмів стійкості рослин до абіотичних стресорів СК
і АБК. Недостатньо відомостей і про вплив цитокінінів на прооксидантно-
антиоксидантну рівновагу.

У зв'язку з цим на одній рослинній моделі — ізольованих сім'ядолях
огірка *Cucumis sativus* L. — ми досліджували дію цитокініну (кінетин), АБК і
СК на сумарний вміст пероксидів і теплостійкість тканин. В окремих серіях
експериментів оцінювали вплив антиоксиданта іонолу (бутилгідрокситолу-
олу) на прояв ефектів СК і АБК.

Матеріали і методи досліджень

Об'єктом дослідження були ізольовані сім'ядолі огірка (*Cucumis sativus* L.),
чутливі до цитокінінів і АБК [1]. Їхня життєздатність визначається клітин-
ними механізмами толерантності, оскільки поділ клітин сім'ядолей припи-
няється на п'яту добу росту [1].

Насіння огірка сорту Джерело знезаражували протягом 15 хв в 3 %-му
розчині H_2O_2 і пророщували 4 доби в темному інкубаторі за 28—30 °С і 95 %-й
вологості повітря. Сім'ядолі ізолювали за Грінном і Мюром [18] і переносили
на 24 год у чашки Петрі з розчинами досліджуваних речовин: СК, АБК, кінетин,
іонолу, комбінації СК та іонолу, АБК та іонолу, контролем була дистильована
вода. У варіантах з комбінаціями СК + іонол та АБК + іонол
обробку антиоксидантом починали за 1 год до введення СК або АБК в сере-
довище інкубації сім'ядолей. Концентрації досліджуваних речовин обирали
на підставі даних літератури [1, 13] і результатів попередніх дослідів.

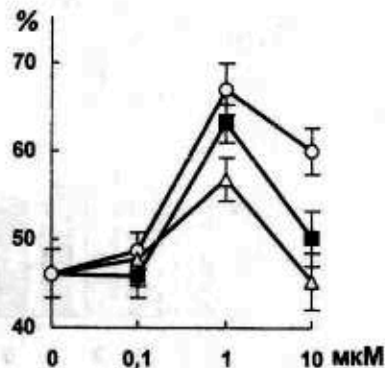
Розчин іонолу готували, розчиняючи наважку в етанолі, необхідний об'єм
спиртового розчину додавали до киплячої дистильованої води й отримували
розчин із слабкою опалесценцією. Цей розчин охолоджували і використовували
для експерименту, розводячи дистильованою водою до необхідної кон-
центрації. Вихідні розчини фітогормонів також готували на етанолі і далі
розводили водою до потрібних концентрацій. В середовище інкубації сім'я-
долей контрольного варіанта додавали еквівалентну кількість етанолу.

Через 24 год від початку інкубації на розчинах сім'ядолі прогрівали у
водному термостаті за 47 °С, після чого рослинний матеріал усіх варіантів
інкубували в чашках Петрі на дистильованій воді протягом чотирьох діб і
оцінювали виживання [1]. Частина сім'ядолей не піддавали нагріванню, а
після обробки розчинами переносили на дистильовану воду (контрольні
варіанти без нагрівання).

Сумарний вміст пероксидів визначали тіоціанатним методом у модифі-
кації Сагісака [20].

Рис. 1. Вплив саліцилової кислоти і фітогормонів на виживання (%) сім'ядолей *Cucumis sativus* L. після ушкоджуючого нагрівання (47 °C, 10 хв): 1 — СК; 2 — АБК; 3 — кінетин

Fig. 1. Influence of salicylic acid and phytohormons on surviving (%) of *Cucumis sativus* L. cotyledons after damaging heating (47 °C, 10 min): 1 — SA; 2 — ABA; 3 — kinetin



Повторність незалежних дослідів трикратна (визначення пероксидів) або шестикратна (оцінка виживання). В останньому випадку у кожному варіанті оцінювали не менше 30 сім'ядолей. На рисунках наведені середні значення та їхні стандартні відхилення.

Результати досліджень та їх обговорення

Інкубація сім'ядолей *C. sativus* у розчинах СК значно підвищувала їхнє виживання після ушкоджуючого нагрівання. Оптимальною була концентрація СК 10^{-6} М. АБК у концентрації 10^{-6} М також істотно захищала за теплового стресу. Вища концентрація АБК не мала достовірного впливу на теплостійкість сім'ядолей. Підвищувала виживання сім'ядолей і передобробка кінетином у мікромольній концентрації, хоча ефект цитокініну поступався такому СК і АБК (рис. 1).

Інкубація сім'ядолей у мікромольних розчинах СК і АБК протягом 24 год підвищувала сумарний вміст пероксидів, що є одним з чутливих маркерів окиснювального стресу [8, 20]. За обробки кінетином (10^{-6} М) виявилася тенденція до зниження вмісту пероксидів ($p = 0,1$), тобто антиоксидантний вплив цитокініну був незначним (рис. 2, а).

Через 1 год після нагрівання вміст пероксидів у контролі та у варіантах з АБК і кінетином не зазнавав істотних змін, а у варіанті з СК — знижувався (рис. 2, б). Іншою була картина через 24 год після дії високої температури (рис. 2, в). У контрольних сім'ядолях дещо збільшувався вміст пероксидів, що свідчить про розвиток окиснювального стресу. У варіанті з СК вміст пероксидів залишався стабільним і значно нижчим порівняно з контролем, подібною динаміка була і у варіанті з АБК. У сім'ядолях, оброблених кінетином, через 24 год після нагрівання вміст пероксидів помітно підвищувався, хоча абсолютні його значення були меншими порівняно з відповідним контролем.

У контрольних сім'ядолях, які не зазнавали нагрівання, на другу добу спостережень виявлялася тенденція до незначного підвищення вмісту пероксидів (рис. 2, г). Водночас у сім'ядолях, оброблених СК та АБК, через добу після перенесення їх на дистильовану воду без добавок сума пероксидів знижувалася. У варіанті з кінетином за таких умов вміст пероксидів підвищувався, що могло бути пов'язано з активацією метаболізму під дією екзогенного цитокініну [24].

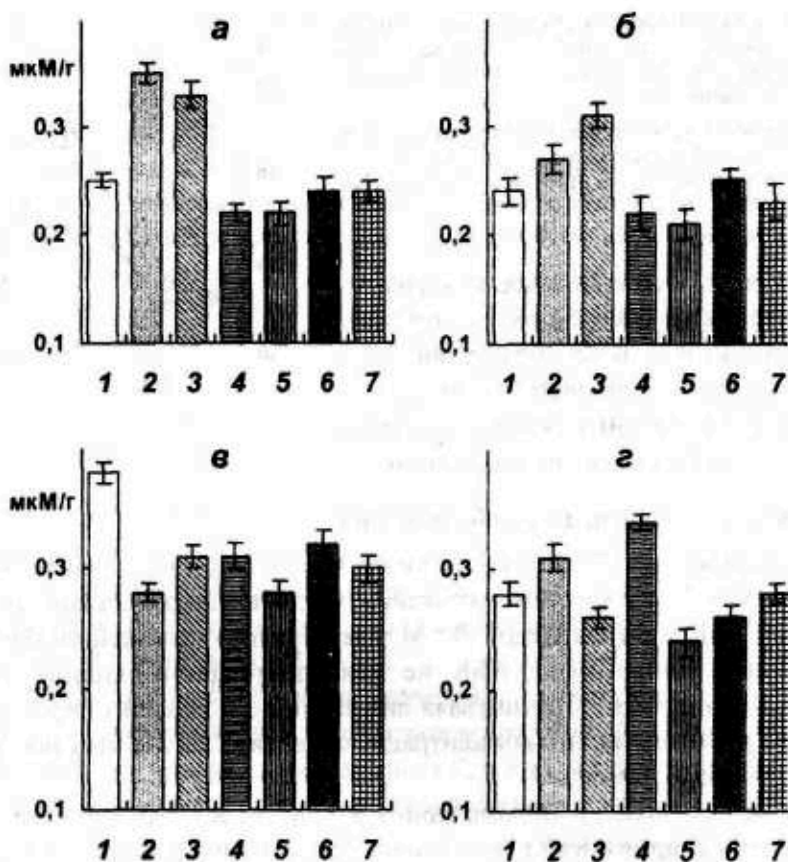


Рис. 2. Сумарний вміст пероксидів (мкМ/г маси сирової речовини) у сім'ядолях *C. sativus*: а — через 24 год від початку обробки досліджуваними сполуками; б, в — відповідно, через 1 і 24 год після ушкоджуючого нагрівання (47 °С, 10 хв), г — через 24 год після перенесення з розчинів досліджуваних сполук на дистильовану воду: 1 — контроль (дистильована вода); 2 — СК (10^{-6} М); 3 — АБК (10^{-6} М); 4 — кінетин (10^{-6} М); 5 — іонол ($9 \cdot 10^{-5}$ М); 6 — СК (10^{-6} М) + іонол ($9 \cdot 10^{-5}$ М); 7 — АБК (10^{-6} М) + іонол ($9 \cdot 10^{-5}$ М)

Fig. 2. The total contents of peroxides (mM/g dry mass) in the *C. sativus* cotyledons: а — 24 h after the beginning of treatment by investigated compounds; б, в — correspondingly 1 and 24 h after damaging heating (47 °C, 10 min.), г — 24 h after transferring from the solutions of investigated compounds into the distilled water: 1 — control (distilled water); 2 — SA (10^{-6}); 3 — ABA (10^{-6}); 4 — kinetin (10^{-6}); 5 — ionol ($9 \cdot 10^{-5}$); 6 — SA (10^{-6}) + ionol ($9 \cdot 10^{-5}$); 7 — ABA (10^{-6}) + ionol ($9 \cdot 10^{-5}$)

Одержані дані засвідчують, що СК та АБК підвищували теплостійкість сім'ядолей, призводячи при цьому до тимчасового зростання у них сумарного вмісту пероксидів, тобто ознак окиснювального стресу.

Можна припустити, що саме помірний (керований) окиснювальний стрес є індуктором підвищення теплостійкості сім'ядолей *C. sativus* під впливом СК і АБК. Іншими словами, АБК можуть бути посередниками ініціації захисних реакцій, що забезпечують терморезистентність сім'ядолей, оброблених СК і АБК. Для підтвердження цього припущення вивчали дію антиоксиданта іонулу

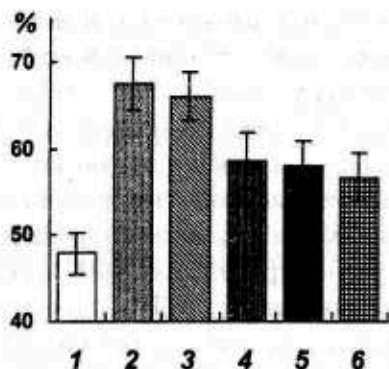


Рис. 3. Вплив іонолу на прояв захисної дії СК та АБК на сім'ядолі *C. sativus* за умов ушкоджуючого нагрівання (виживання (%) після 10 хв нагрівання за 47 °С): 1 — контроль (дистильована вода); 2 — СК (10^{-6} М); 3 — АБК (10^{-6} М); 4 — іонол ($9 \cdot 10^{-5}$ М); 5 — СК (10^{-6} М) + іонол ($9 \cdot 10^{-5}$ М); 6 — АБК (10^{-6} М) + іонол ($9 \cdot 10^{-5}$ М)

Fig. 3. Ionol influence on the exhibiting of SA and ABA protective activity on the *C. sativus* cotyledons in the damaging heating conditions (surviving (%) after 10 min. of heating at 47 °C): 1 — control (distilled water); 2 — SA (10^{-6}); 3 — ABA (10^{-6}); 4 — ionol ($9 \cdot 10^{-5}$); 5 — SA (10^{-6}) + ionol ($9 \cdot 10^{-5}$); 6 — ABA (10^{-6}) + ionol ($9 \cdot 10^{-5}$)

на ефекти, спричинювані СК і АБК. Сам по собі іонол справляв незначний антиоксидантний ефект, котрий виявлявся після 24 год обробки ним сім'ядолей і особливо після нагрівання (рис. 2). При цьому скевенджер АФК знімав підвищення вмісту пероксидів, спричинене обробкою сім'ядолей СК або АБК протягом 24 год (рис. 2, а). Через 1 год після нагрівання у варіантах з іонолом та комбінаціями СК + іонол і АБК + іонол вміст пероксидів істотно не змінювався (рис. 2, б). Проте через 24 год після дії високої температури в сім'ядолях усіх цих варіантів підвищувався вміст пероксидів (рис. 2, в). При цьому абсолютні значення були нижчими від контролю. Тенденція до зростання вмісту пероксидів у варіантах з іонолом, комбінаціями СК + іонол та АБК + іонол відзначалася через 24 год після перенесення на дистильовану воду, а також у сім'ядолях, що не зазнавали нагрівання (рис. 2, г).

Іонол сам по собі підвищував виживання сім'ядолей після нагрівання (рис. 3), хоча його ефект у концентрації, яку ми використовували, поступався захисній дії СК і АБК. При цьому антиоксидант знімав підвищення теплостійкості сім'ядолей, спричинене СК та АБК. У варіантах СК + іонол та АБК + іонол виживання сім'ядолей після ушкоджуючого нагрівання не відрізнялося від такого у варіанті з іонолом (рис. 3).

Таким чином, є підстави вважати, що АФК, нагромадження яких посилюють СК та АБК, виступають у ролі посередників, необхідних для підвищення теплостійкості рослинних клітин. Цілком ймовірно, що помірний окиснювальний стрес, спричинений СК і АБК, активує системи антиоксидантного захисту, оскільки вміст пероксидів у варіантах з СК та АБК через добу після нагрівання був нижчим від контролю (рис. 2, в). Дані щодо дії АБК узгоджуються з результатами праці [20], автори якої на прикладі проростків *Zea mays* L. показали, що екзогенна АБК спершу підвищувала рівні O_2^- , а потім спричинювала зростання активності антиоксидантних ферментів — супероксиддисмутази, каталази, аскорбатпероксидази і глутатіон-редуктази. В експериментах, проведених нами раніше на проростках і відрізках колеоптилів *Triticum aestivum* [7, 8], показано, що СК призводила

до окиснювального стресу, який супроводжувався зниженням активності каталази, нагромадженням пероксидів і продукту пероксидного окиснення ліпідів малонового діальдегіду (МДА). Проте після ушкоджуючого нагрівання в рослинних об'єктах, попередньо оброблених СК, зростала активність каталази і знижувався вміст пероксидів та МДА. Про підвищення антиоксидантного потенціалу, зокрема активності аскорбатпероксидази і глутатіонредуктази, у рослин *Hordeum vulgare* L. під впливом СК повідомляється у праці [14].

Не виключено також, що СК і АБК через посередництво АФК можуть спричинювати індукцію синтезу білків теплового шоку (БТШ), причетних до розвитку терморезистентності. Так, на прикладі листків рослин *Pisum sativum* показана здатність СК і АБК індукувати синтез одних і тих самих БТШ з мол. масою 19 і 29 кД. При цьому як СК, так і АБК активують ліпоксигеназну і супероксидсинтазну сигнальні системи, причетні до розвитку окиснювального стресу [12].

Дія цитокініну напевно реалізується через інші механізми. Їх обговорення не є метою цієї роботи. Зауважимо лише, що серед ефектів цитокініну, причетних до розвитку терморезистентності, може бути стимуляція синтезу стресових білків [9] і не виключено, що з-поміж них — ферментів антиоксидантного захисту [5]. Водночас цитокініни, залежно від сили стрес-фактора, здатні не лише підвищувати, а й знижувати теплостійкість, посилюючи процеси метаболічного самоушкодження клітин [11].

Як показали наші експерименти, штучний антиоксидант іонол підвищував терморезистентність клітин сім'ядолей *Cucumis sativus*, але припиняв захисні ефекти СК та АБК. Ймовірно, гальмування утворення АФК під впливом іонолу перешкоджає реалізації потенціалу внутрішньоклітинної антиоксидантної та інших захисних систем, що забезпечують адекватну відповідь рослинних клітин на дію гіпертермії.

1. Анев В.Н., Шутова Л.П., Мелехов Е.И. Сравнение трех методов оценки гибели семядолей огурца после нагрева // Физиол. раст. — 1987. — 34, вып. 6. — С. 1203—1207.
2. Васюк В.А., Генералова В.М., Мартин Г.Г. та ін. Структура листків та гормональний комплекс проростків кукурудзи при тепловому стресі // Укр. ботан. журн. — 2000. — 57, № 5. — С. 483—489.
3. Васюк В.А., Веденичева Н.П., Мусатенко Л.І. Цитокініни та гібереліноподібні речовини проростків кукурудзи при високотемпературному стресі // Укр. ботан. журн. — 2001. — 58, № 4. — С. 422—429.
4. Дмитриев А.П. Сигнальные молекулы растений для активации защитных реакций в ответ на биотический стресс // Физиол. раст. — 2003. — 50, № 3. — С. 465—474.
5. Ершова А.Н., Башкирова Е.В. Активность ферментов антиоксидантной системы у растений, обработанных кинетином и эпибрассинолидом // IV съезд О-ва физиологов раст. России, междунар. конф. «Физиология раст. — наука 3-го тысячелетия» (Москва, 4—9 окт. 1999 г.): Тез. докл. — Т. 1. — М., 1999. — С. 359.
6. Колупаев Ю.С., Акініна Г.Є. Вплив саліцилової кислоти на теплостійкість колеоптилів пшениці у зв'язку зі змінами окиснювального метаболізму // Физиол. и биохим. культ. раст. — 2005. — 37, № 6. — С. 524—529.

7. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Генерация активных форм кислорода колеоптилями пшеницы при индуцировании их теплоустойчивости ионами кальция и салициловой кислотой // Вісн. Харків. нац. аграрн. ун-ту. — Сер. Біологія. — 2005. — Вип. 2 (7). — С. 22—28.
8. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Индукування салициловою 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. Косаківська І.В. Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів. — К.: Сталь, 2003. — 192 с.
10. Курчій Б.О. Захисна антиоксидантна дія абсцизової кислоти // Физиол. и биохим. культ. раст. — 2001. — 33, № 2. — С. 135—139.
11. Мелехов Е.И., Ефремова Л.К. Влияние экзогенных фитогормонов на устойчивость растительных клеток к нагреву и 2,4-Д // Физиол. раст. — 1990. — 37, вып. 3. — С. 561—568.
12. Тарчевский И.А., Максютова Н.Н., Яковлева В.Г. Влияние жасмоновой, салициловой и абсцизової кислот на включение [¹⁴C]лейцина в белки листьев гороха // Биохимия. — 2001. — 66, № 1. — С. 87—91.
13. Шоринг Б.Ю., Смирнова Е.Г., Ягужинский Л.С., Ванюшин Б.Ф. Необходимость образования супероксида для развития этиолированных проростков пшеницы // Биохимия. — 2000. — 65, № 12. — С. 1612—1618.
14. Ananieva E.A., Popova L.P. Regulatory role of salicylic acid in paraquat-induced oxidative damage in barley plants // Докл. Бълг. АН. — 2002. — 55, № 7. — P. 65—68.
15. Dat J.F., Delgado H.L., Foyer C.H., Scott I.M. Parallel changes in H₂O₂ and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings // Plant. Physiol. — 1998. — 116, N 4. — P. 1351—1357.
16. Desikan R., Cheung M.-K., Bright J. et al. ABA, hydrogen peroxide and nitric oxide signaling in stomatal guard cells // J. Exp. Bot. — 2004. — 55, N 395. — P. 205—212.
17. Durner J., Klessing D.F. Salicylic acid a modulator of tobacco and mammalian catalases // J. Biol. Chem. — 1996. — 271. — P. 28492—28501.
18. Green J.F., Muir F.M. The effect of potassium on cotyledon expansion induced by cytokinins // Physiol. Plant. — 1978. — 43, N 3. — P. 213—216.
19. Gupta N.K., Gupta S., Kumar A. Exogenous cytokinin application increases cell membrane and chlorophyll stability in wheat (*Triticum aestivum* L.) // Cereal Res. Commun. — 2000. — 28, N 3. — P. 287—291.
20. Jiang M., Jianhua Z. Effect of abscisic acid on active oxygen species, antioxidtive defence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings // Plant. and Cell Physiol. — 2001. — 42, N 11. — P. 1265—1273.
21. Kwak J.M., Nguyen V., Schroeder J.I. The role of reactive oxygen species in hormonal responses // Plant. Physiol. — 2006. — 141. — P. 323—329.
22. Larkindale J., Knight M.R. Protection against heat stress-induced oxidative damage in Arabidopsis involves calcium, abscisic acid, ethylene and salicylic acid // Plant. Physiol. — 2002. — 128. — P. 682—695.
23. Robertson A.J., Ishikawa M., Gusta L.V., Mackenzie S.L. Abscisic acid induced Heat tolerance in *Bromus intermis* Leyss Cell-Suspension Cultures // Plant. Physiol. — 1994. — 105. — P. 181—190.
24. Sagisaka S. The occurrence of peroxide in a perennial plant, *Populus gelrica* // Plant. Physiol. — 1976. — 57. — P. 308—309.
25. Wendehenne D., Durner J., Chen Z., Klessing D.E. Benzothiadiazole, an inducer of plant defenses, inhibits catalases and ascorbate peroxidase // Phytochemistry. — 1998. — 47. — P. 651—657.

Рекомендує до друку
К.М. Ситник

Надійшла 14.09.2006

Ю.Е. Колупаев¹, Л.И. Мусатенко², И.В. Косаковская², Ю.В. Карпец¹

¹Харьковский национальный аграрный университет им. В.В. Докучаева

²Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ
И ФИТОГОРМОНОВ НА ТЕПЛОУСТОЙЧИВОСТЬ
СЕМЯДОЛЕЙ *CUCUMIS SATIVUS* L. В СВЯЗИ СО СДВИГАМИ
ПРООКСИДАНТНО-АНТИОКСИДАНТНОГО РАВНОВЕСИЯ

Изучали влияние экзогенных салициловой кислоты (СК), абсцизовой кислоты (АБК) и цитокинина (кинетин) на теплоустойчивость изолированных семядолей *Cucumis sativus* L. Предварительная обработка всеми тремя соединениями (10^{-6} М) повышала количество выживших семядолей после их 10-минутного нагрева при 47 °С. При этом после 24-часовой обработки семядолей СК и АБК в них повышалось суммарное содержание пероксидов, а воздействие кинетина уменьшало величину этого показателя. Через 24 ч после нагрева в семядолях, обработанных СК, АБК и кинетином, содержание пероксидов было значительно меньшим, чем в контроле. Антиоксидант ионол ($9 \cdot 10^{-5}$ М) уменьшал количество пероксидов в семядолях как перед нагревом, так и после него и повышал процент выживания семядолей заметно слабее, чем СК и АБК. Антиоксидант подавлял индуцируемое СК и АБК накопление пероксидов в семядолях и уменьшал проявление защитного действия СК и АБК при повреждающем нагреве. Сделан вывод о необходимости образования активных форм кислорода для реализации защитных эффектов СК и АБК.

Ключевые слова: *Cucumis sativus*, семядоли, салициловая кислота, абсцизовая кислота, цитокинины, кинетин, пероксиды, теплоустойчивость

Yu. Ye. Kolupaev¹, L. I. Musatenko², I. V. Kosakivska², Yu. V. Karpets¹

¹V.V. Dokuchaev Kharkov National Agrarian University

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

INFLUENCE OF SALICYLIC ACID AND PHYTOHORMONES ON THERMAL
RESISTANCE OF COTYLEDONS OF *CUCUMIS SATIVUS* L. IN CONNECTION
WITH PROOXIDATIVE-ANTIOXIDATIVE BALANCE SHIFTS

The influence of exogenous salicylic acid (SA), abscisic acid (ABA) and cytokinin (kinetin) on thermal resistance of *Cucumis sativus* L. isolated cotyledons was studied. Pretreatment with all these three compounds (10^{-6} M) raised the quantity of cotyledons that survived after 10-minute heating at 47 °C. Thus, a 24 h treatment of cotyledons by SA and ABA raised the total contents of peroxide compounds in them, while the influence of kinetin reduced this index. After 24 h heating in the cotyledons treated by SA, ABA and kinetin the contents of peroxide compounds was notably less than it was in the control. Antioxidant ionol ($9 \cdot 10^{-5}$ M) reduced the quantity of peroxide compounds in cotyledons both before and after heating, raising the percentage of the survived cotyledons. However, the influence of ionol on survival distinctly conceded to the effects of SA and ABA. The antioxidant suppressed accumulation of peroxide compounds induced by SA and ABA in cotyledons and reduced of SA and ABA protective activities at damaging heating. A conclusion is made as for necessity of reactive oxygen species formation for SA and ABA protective effects realization.

Key words: *Cucumis sativus*, cotyledons, salicylic acid, abscisic acid, cytokinins, kinetin, peroxide compounds, thermal resistance