

ОСТАННІ НАДХОДЖЕННЯ

УДК: 661.162.6:581.1:632.9

САЛІЦИЛОВА КИСЛОТА – ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР КОНТРОЛЮ ГРИБКОВИХ ХВОРОБ В АГРОЦЕНОЗАХ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

О. І. Борзих, к.с.-г.н., директор Інституту захисту рослин НААНУ, почесний академік НААНУ

Досліджено саліцилову кислоту як екологічний фактор контролю грибкових хвороб на рослинах озимої пшениці та ярої пшениці, озимого та ярого ячменю, озимого жита. Показано, що профілактична обробка рослин зернових колосових культур саліциловою кислотою з нормою витрати 0,38-0,42 кг/га сприяє зниженню розвитку септоріозу, борошнистої роси та підвищенню урожайності культур.

Ключові слова: зернові колосові, хвороби, захисна реакція, технічна ефективність.

Вступ. Незважаючи на постійне оновлення переліку хімічних засобів захисту культурних рослин, санітарний стан агроценозів принципово не змінюється. Спостерігається не тільки збільшення шкідливості відомих, але і поява нових захворювань. Їх розвиток часто набуває епіфітотійного характеру і призводить до значних втрат урожаю та зниження його якості. Альтернативою хімічним пестицидам є індукована стійкість рослин до шкідливих організмів.

Саліцилова кислота (СК) – універсальний системний індуктор стійкості рослин. Вона, та її численні хімічні похідні (4-хлорсаліцилова, ацетилсаліцилова, 3,5-дихлорсаліцилова кислоти та ін.) індукують стійкість рослин до цілого ряду бактеріальних, грибних та вірусних хвороб. Ефективність СК щодо культурних рослин є високою, тому в деяких європейських країнах її розглядають як альтернативу мідьвмісним препаратам, які використовують для захисту рослин, наприклад, винограду від грибкових хвороб [1].

Однією із важливих реакцій рослинного організму на інфікування його патогеном є формування пролонгованої системної стійкості до широкого спектру фітопатогенних мікроорганізмів у відповідь на локально внесеної інфекції з утворенням на листку некрозів. Деякі дослідники вважають, що обробка рослин екзогенною СК сприяє розвитку їх стійкості до фітопатогенів через індукцію реакції надчутливості, яка проявляється через стимуляцію підвищення рівня пероксиду водню за участю оксалатної оксидази і лігніфікації зон ураження патогеном [2, 3].

В останні роки було отримано достатньо інформації, згідно якої СК здатна знижувати ураженість рослин хворобами через розвиток системно набутої стійкості (СНС) [4-7]. За обробки рослин СК синтезуються PR-білки (*pathogenesis related*) різноманітних класів. PR-1 клас відповідає за системну стійкість (тобто стійкість всієї рослини, далеко від безпосереднього місця контакту з патогеном). Білки PR-1 токсичні для грибів. Білки PR-2 – β -1,3-глюканази, які розщепляють глюкани клітинної стінки збудника хвороби. Ферменти глюканів також здатні

викликати імунну реакцію рослинних клітин. Клас білків PR-3 – хітинази, вони розщепляють хітин клітинних стінок грибів. До класу PR-4 належать гевоїподібні білки, які відповідають за застигання латексу. Ці фізіологічні відповіді частково перекриваються з відповідями на етилен і жасмінову кислоту. СК стимулює синтез феніланінаміакліази (ФАЛ), підсилюючи власний біосинтез. Крім цього, СК може зв'язуватися з деякими Fe-вмісними білками (наприклад із каталазою). За взаємодії із саліцилатом активність каталази падає, концентрація пероксиду водню та інших активних форм кисню (АФК) зростає. До цього ж ефекту приводить взаємодія саліцилату із ферментом аскорбатоксидазою. Підвищення концентрації АФК стимулює утворення нових порцій СК, що також підсилює ефект. Високі дози саліцилату викликають загибель клітин (спрацьовує реакція надчутливості). Таким чином, саліцилат не тільки регулює процеси через рецепторні системи, але і безпосередньо приймає участь в алостеричній регуляції роботи цілого ряду ферментів, тобто для розвитку фізіологічної відповіді необхідна відносно висока концентрація саліцилату (до 10⁻³ – 10⁻⁵ моль/л) [8]. Базуючись на численних наукових публікаціях та літературних оглядах, можна стверджувати, що СК активізує також і інші механізми захисту рослин [9-12]. Хіе, Кус показали, що СК, як і ВТМ, індукувала локальне і системне підвищення активності хітиназ, 1,3-глюканаз і пероксидаз у рослинах тютюну [13]. В роботі Fischer et al. вивчався вплив СК на синтез PR-білків у міжклітинній рідині листків ячменю і томату [14]. Результати досліджень показали, що під дією СК в міжклітинній рідині листків томату спостерігається синтез PR-білків. Було також показано, що в цих же умовах у міжклітинному просторі листків ячменю ці білки не спостерігались, але відмічалось утворення мРНК, що кодують специфічні для листків тійоніни – білки, зв'язані з клітинною стінкою, токсичні для фітопатогенів. А отже, вивчення можливостей СК є досить актуальним.

Методика досліджень. Фітопатологічні обліки ураженості рослин здійснювали згідно із

загальноприйнятою методикою [15]. Біохімічні показники активності пероксидази одержували йодометричним методом за Міхлісом і Броньовіцькою [16].

Результати досліджень. Обробка вегетуючих рослин зернових культур у польових

умовах по прогнозу розвитку хвороб, тобто до початку появи перших симптомів ураження також показала достатньо високу технічну ефективність СК, яка сприяла суттєвому підвищенню резистентності рослин до основних шкодочинних захворювань (табл. 1).

Таблиця 1

Технічна ефективність застосування СК на зернових культурах

Хвороба	Норма витрати препарату, кг/га							
	Контроль, без обробки		0,38		0,40		0,42	
	PX	TE	PX	TE	PX	TE	PX	TE
Озима пшениця, сорт Миронівська 61								
Борошниста роса	25,4±0,03	0	14,2±0,07	44,1±0,02	14,0±0,02	44,9±0,03	13,8±0,03	45,7±0,07
Септоріоз	15,0±0,02	0	8,8±0,03	41,3±0,05	8,6±0,02	42,7±0,02	8,4±0,02	44,0±0,05
Яра пшениця, сорт Харківська 26								
Борошниста роса	21,8±0,02	0	12,8±0,03	41,3±0,05	12,6±0,02	42,2±0,07	12,5±0,03	42,7±0,02
Септоріоз	14,6±0,05	0	8,7±0,02	40,4±0,02	8,5±0,02	41,8±0,02	8,3±0,02	43,2±0,02
Озимий ячмінь, сорт Достойний								
Борошниста роса	24,6±0,03	0	14,0±0,02	43,1±0,02	13,9±0,02	43,5±0,05	13,8±0,05	43,9±0,03
Септоріоз	15,3±0,02	0	8,5±0,05	44,4±0,03	8,3±0,02	45,8±0,02	8,2±0,02	46,4±0,03
Ярий ячмінь, сорт Вакула								
Борошниста роса	20,4±0,03	0	12,8±0,02	37,3±0,02	12,5±0,05	38,7±0,03	12,4±0,05	39,2±0,02
Септоріоз	14,0±0,02	0	8,3±0,02	40,7±0,04	8,2±0,02	41,4±0,02	8,1±0,02	42,1±0,05
Озиме жито, сорт Дозор								
Борошниста роса	25,6±0,02	0	14,2±0,03	44,5±0,02	14,0±0,02	45,3±0,03	13,9±0,07	45,7±0,02
Септоріоз	16,0±0,04	0	8,7±0,02	45,6±0,02	8,6±0,02	46,3±0,02	8,5±0,02	46,9±0,02

Примітка: PX – розвиток хвороби; TE – технічна ефективність.

У підтвердження показників технічної ефективності СК, одержано позитивно обнадійливі результати по динаміці активності у тканинах

озимої пшениці окисно-відновного фермента пероксидази у перші після обприскування рослин дні (табл. 2).

Таблиця 2

Динаміка активності пероксидази у тканинах озимої пшениці, мг-екв/хв

Норма витрати препарату, кг/га	Результати аналізу:			
	до обробки	після обробки		
		на 2-й день	на 3-й день	на 4-й день
Контроль, без обробки	26,5±0,03	26,4±0,02	26,5±0,04	26,6±0,03
0,38	26,5±0,02	33,1±0,05	30,1±0,02	29,4±0,02
0,40	26,5±0,02	33,7±0,03	32,4±0,05	30,2±0,03
0,42	26,5±0,04	34,0±0,02	32,9±0,02	31,0±0,02

Пероксидази – група ферментів білкової природи із класу оксидоредуктаз, що каталізують за допомогою пероксиду водню окислення фенолів, амінів, жирних кислот, аскорбінової кислоти, глутатіону і цитохрому. У рослинах вони виконують захисну функцію – перешкоджають накопиченню у клітинах різних переокислів [17].

Відомо, що численні фенольні сполуки відіграють важливу роль у регуляції різноманітних фізіологічних процесів, включаючи ріст та розвиток рослин, фотосинтез та іонний обмін. Фенольні сполуки, продуковані кореннями рослин, є невід’ємними від процесів проростання та

подальшого розвитку рослин. Фітоіндикацію фізіологічного ефекту СК вперше було виявлено в процесі цвітіння та формування бруньки в культурі *in vitro* тютюну. Стимулюючий ефект СК на цвітіння пізніше був показаний на інших видах рослин, що підтвердило роль СК як ендogenous регулятора цвітіння. Ефективність СК неспецифічна і сприяє процесу цвітіння спільно з іншими регуляторами, наприклад, гіберелінами. Проведений нами облік продуктивності зернових культур лише підтвердив здатність СК стимулювати їх продуктивність (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив СК на урожайність зернових культур

Культура	Сорт	Урожайність, ц/га	
		контроль, без обробки СК	обробка СК, 0,4 кг/га
Озима пшениця	Миронівська 61	36,8±0,02	39,6±0,05
Яра пшениця	Харківська 26	32,4±0,05	36,0±0,02
Озимий ячмінь	Достойний	28,9±0,03	30,8±0,03
Ярий ячмінь	Вакула	27,3±0,02	29,8±0,03
Озиме жито	Дозор	26,4±0,04	29,0±0,02

Висновки. СК є біологічно активною фенольною сполукою, з властивостями фітогормона, яка функціонує в рослині і приймає саму активну участь у підготовці та організації адекватної відповіді рослин на біотичні та абіотичні стреси. Вона стимулює проявлення захисних реакцій рослин проти шкочочинних хвороб, що викликаються біотрофними мікроорганізмами і може бути чинником їх контролю в агрофітоценозах.

Список використаної літератури:

1. Тютєрев С. Л. Научные основы индуцированной болезнеустойчивости растений / С. Л. Тютєрев. – СПб(б). :ООО«ИЦЗР» ВИЗР, 2002. – 328 с.
2. Bent A. F. Plant disease resistance genes: function meets structure / A. F. Bent // Plant Cell. – 1996. – V. 8. – P. 1757–1771.
3. Maksimov I. V. Salicylic acid and local resistance to pathogens / I. V. Maksimov, L. G. Yarullina // Salicylic acid: A Plant Hormone, Springer. – 2007. – P. 323–334.
4. Шакирова Ф. М. Салициловая кислота – индуктор устойчивости растений к неблагоприятным факторам / Ф. М. Шакирова // Агрoхимия. – 2000. – № 11. – С. 87–94.
5. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф. М. Шакирова. – Уфа : Гилем, 2001. – 160 с.
6. Трошина Н. Б. Индукторы устойчивости растений и активные формы кислорода. 1. Влияние салициловой кислоты на генерацию перекиси водорода в клетках каллусов пшеницы при инфицировании возбудителем твердой головни / [Н. Б. Трошина, И. В. Максимов, Л. Г. Яруллина и др.] // Цитология. – 2004. – Т. 46, № 11. – С. 1001–1005.
7. Озерецковская О. Л. Действие иммуномодуляторов на устойчивость и восприимчивость картофеля к *Phytophthora infestans* / [О. Л. Озерецковская, Н. И. Васюкова, Я. С. Панина, Г. И. Чаленко и др.] // Физиология растений. – 2006. – Т. 53, № 4. – С. 546–553.
8. Тарчевский И. А. Сигнальные системы клеток растений / И. А. Тарчевский. – М. : Наука, 2002. – 294 с.
9. Васюкова Н.И. Роль салициловой кислоты в болезнеустойчивости растений / Н.И. Васюкова, Н.Г. Герасимова, О.Л. Озерецковская // Прикладная биохимия и микробиология. – 1999. – Т. 35, № 5. – С. 557–564.
10. Maksimov I. V. Salicylic acid and local resistance to pathogens / I. V. Maksimov, L. G. Yarullina // Salicylic acid: A Plant Hormone, Springer. – 2007. – P. 529.
11. Давидова О. Є. Адаптогенні та біологічно активні речовини для рослинництва / [О. Є. Давидова, В. А. Вещицький, В. М. Мокринський та ін.]. – К. : ВПП „Компас”, 2008. – 191 с.
12. Лапа О. М. Салициловая кислота в рослинництві / [О. М. Лапа, Р. В. Ковбасенко, В. М. Ковбасенко та ін.]. – К. : Колобiг, 2011. – 75 с.
13. Xie C. A comparasion of salicylic acid and tobacco mosaic as inducers of defense compaunds and resistance in tobacco to TMV and *Peronospora tabacina* / C. Xie, J. Kuc // Phytopathology. – 1995. – V. 85, № 10. – P. 1160.
14. Fischer R. The effect of chemical stress on the polypeptide composition of the intercellular fluid of barley leaves / R. Fischer, S. Behnke, K. Apel // Planta. – 1989. – V. 178, № 1. – P. 61–68.
15. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун [та ін.]; під ред. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.
16. Ярош Н. П. Определение активности ферментов и их ингибиторов / [Н. П. Ярош, В. В. Арасимович, И. А. Ермаков и др.]. // Методы биохимических исследований растений. – Л. : Высш. шк., 1987. – С. 36–84.
17. Кретович В. Л. Основы биохимии растений / В. Л. Кретович. – М. : Высш. шк., 1987. – 464 с.

САЛИЦИЛОВАЯ КИСЛОТА – ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР УСИЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ РЕАКЦИЙ РАСТЕНИЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

А. И. Борзых

Исследовано влияние салициловой кислоты на проявление защитных реакций растений озимой пшеницы, яровой пшеницы, озимого ячменя, ярового ячменя, озимой ржи. Показано, что профилактическая обработка растений зерновых колосовых культур салициловой кислотой с нормой расхода 0,38-0,42 кг/га способствовала снижению поражения основными болезнями (септориозом, мучнистой росой) и повышению урожайности.

Ключевые слова: зерновые колосовые, болезни, защитная реакция, техническая эффективность.

**SALICYLIC ACID – ECOLOGICAL FACTOR FOR IMPROVEMENT
OF DEFENSE REACTION OF CEREALS**

O. I. Borzykh

The effect of salicylic acid on the expression of defense reactions of plants of winter wheat, spring wheat, winter barley, spring barley, winter rye was investigated. The results show that prophylactic application of salicylic acid on cereals with rate 0,38-0,42 kg/ha helped to reduce severity of the main diseases (septoria leaf blotch, powdery mildew) and favored an increase in productivity.

Keywords: *cereal crops, diseases, defense reaction, technical efficiency.*

Надійшла до редакції: 03.05.2015 р.

Рецензент: Коваленко І. М.