

ЧУГУНКОВА Т.В., РОЗУМНА Л.Ф.

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
Україна, 03022, Київ, вул. Васильківська, 31/17*

РІСТ, ВРОЖАЙНІСТЬ ТА СТІЙКІСТЬ РОСЛИН ПІСЛЯ ОБРОБКИ НАСІННЯ ЕЛІСИТОРАМИ

Одним із екологічно безпечних шляхів захисту рослин є використання біогенних та абіогенних еліситорів, які безпосередньо не знешкоджують збудників хвороб, а активують утворення у тканинах рослин антипатогенних продуктів [1–3]. Серед великої кількості речовин — активаторів захисних реакцій рослин проти хвороботворних організмів — можна виділити екзополісахариди із культурального середовища збудників хвороб [4, 5], а також продукт деацетилювання природного полісахариду хітину — хітозан [6–8]. Вивчаються також різні хімічні сполуки, які можуть виступати в якості активних компонентів препаратів для захисту рослин. Еліситори, залежно від концентрації, викликають різні типи стійкості до хвороб. Один із них базується на утворенні некрозів та фітоалексинів. Він локальний і не тривалий. Інші типи стійкості досягаються під час обробки рослинних тканин низькими дозами еліситору. Саме цей тип захисту пов'язаний із явищем індукованої стійкості, яка має системний і тривалий характер.

Деякі еліситори застосовують для передпосівної обробки насіння з метою стимулювання росту рослин і збільшення їх продуктивності, оскільки поряд із індукцією стійкості, вони виявляють рістрегулювальну активність. Метою нашої роботи було вивчення дії еліситорів біогенної природи на ростові процеси та врожайність рослин пшениці та буряків.

Матеріал та методика

Насіння м'якої ярої пшениці сорту Зимоярка обробляли хітозаном, а також екзополісахаридом (ЕПС), одержаним із культуральної рідини збудника бактеріальної плямистості листя *Pseudomonas syringae* pv. *artata*. ЕПС застосовували у концентраціях 150 мг/л та 500 мг/л. Хітозан у концентраціях 500 мг/л та 1000 мг/л використовували у комплексі з глютаміновою кислотою. Насіння пшениці обробляли еліситорами протягом 16 год, висушували і висівали у дослідному господарстві. У фазі виходу в трубку проводили обприскування рослин пшениці водними розчинами ЕПС (100 мг/л) та хітозану (250 мг/л). Досліди проводили у чотирьох повторностях на ділянках розміром 10 м².

Насіння цукрових та кормових буряків обробляли водними розчинами ЕПС в концентраціях 100, 250, 500, 750 та 1000 мг/л. В якості контролю використовували насіння, оброблене водою.

Результати досліджень

Аналізували висоту та розвиток рослин пшениці, оброблених різними концентраціями еліситорів. На початкових етапах розвитку рослин різниці між ними не спостерігали. Однак, у кінці вегетації, перед збиранням врожаю, висота рослин у варіантах з обробкою насіння екзополісахаридом із *Pseudo-*

monas syringae pv. *artata* та хітозаном, була в середньому меншою, ніж у контролі (91,2 см та 94,8 см, відповідно).

Результати підрахунку насінневої продуктивності рослин пшениці сорту Зимоярка свідчать про певний вплив еліситорів на цей показник (табл. 1). Врожайність пшениці на оброблених ділянках була вищою, ніж на відповідних контрольних. При обробці насіння ЕПС більш ефективною виявилась концентрація 500 мг/л. Хітозан краще впливав на урожайність пшениці у концентрації 1000 мг/л. В цілому, хітозан виявився більш ефективним для рослин пшениці, ніж екзополісахарид, виділений із збудника бактеріальної плямистості листя буряків, про що свідчать показники приросту врожаю у порівнянні з контролем. Слід зазначити, що еліситори достовірно не впливали на такі показники структури врожаю як довжина колоса, кількість колосків у колосі, кількість зерен в колосі, маса зерна з колосу та інші. Разом з тим, стійкість рослин пшениці, оброблених еліситорами, зростала, особливо до таких хвороб як буро іржа та септоріоз.

Досліджували вплив позаклітинного полісахаридного елісатора, одержаного після штучного вирощування збудника *Pseudomonas syringae* pv. *artata*, на стійкість до хвороб рослин цукрових і кормових буряків. Для перевірки індукованої еліситором стійкості рослин буряків до бактеріальної плямистості листя їх інфікували збудником в польових умовах через 2,5 міс. після висіву обробленого насіння. Проводили зараження 40–50 рослин у кожному варіанті, на одній рослині не менше 3–4 листків. Сприйнятливість рослин до бактеріальної інфекції оцінювали за 5-бальною шкалою. За 1 бал вважали поодинокі ураження на листковій пластинці, за 2, 3, 4, 5 балів — утворення плям на 25, 50, 75 і 100% листкової поверхні відповідно. Облік захворювання на бактеріоз здійснювали через 1, 3 та 6 тижнів після зараження.

Обробка еліситором насіння буряків сорту Білоцерківський одонасінний 45 значно гальмувала розвиток хвороби. Уражених листків у дослідних варіантах через тиждень після інфікування було істотно менше, ніж у контролі. Найбільшою ця різниця була після обробки насіння ЕПС у концентраціях 500 і 750 мкг/мл. Так, кількість неураженого листя у варіанті з використанням

Таблиця 1

Насіннева продуктивність рослин пшениці сорту Зимоярка після обробки еліситорами

Варіанти обробки	Середній урожай з ділянки, кг	
	М±m	приріст врожаю, %
ЕПС-150 мг/л	4,032 ± 0,21	1,38
ЕПС-500 мг/л	4,110 ± 0,08	3,5
Контроль — вода	3,977 ± 0,20	
Хітозан — 500 мг/л	4,359 ± 0,15	8,2
Хітозан — 1000 мг/л	4,504 ± 0,14	11,8
Контроль — вода	4,027 ± 0,25	

елісатора у концентрації 500 мкг/мл складала 95%, тоді як у контролі вона була на рівні 12%. Що стосується розвитку хвороби, то у рослин, що виростили з насіння, обробленого ЕПС, ураженість листків становила 2 і 3 бали, в той час як у контролі розвиток хвороби був на рівні 2–5 балів.

Аналізували також рослини інбредних ліній цукрових буряків, оброблених екзополісахаридом. Для цього насіння інбредних ліній замочували у розчинах елісатора в концентраціях 250, 500 і 750 мкг/мл, оскільки ці концентрації виявились кращими при гальмуванні розвитку бактеріозу у цукрових буряків сорту Білоцерківський однонасінний 45. Розвиток бактеріозу при штучному інфікуванні рослин буряків інбредних ліній наведено в табл. 2.

Одержані дані підтвердили, що найбільш оптимальною дозою елісатора, що значно знижує ураженість цукрових буряків бактеріозом, є 500 мкг/мл. При застосуванні цієї концентрації для передпосівної обробки насіння досягається захист рослин від захворювання на бактеріоз. У більшості випадків розвиток хвороби був на рівні 1–2 балів. Лише у лінії 150₁₄ виявлено 1,7% рослин з розвитком хвороби у 3 бали. Контрольні рослини при штучному інфікуванні майже всі уражувались бактеріозом, найбільш поширеною була ураженість листя, яка становила 3 бали.

Аналізували динаміку розвитку бактеріозу після штучного зараження збудником рослин сортів та ліній буряку. Встановлено, що системна стійкість, індукована елісатором, є тривалою. ЕПС пригнічував процес некрозу листків, проте повного захисту від ураження збудником у діапазоні концентрацій 100–1000 мкг/мл не виявлено.

Відомо, що заходи, спрямовані на одержання індукованої стійкості, орієнтовані не на абсолютний захист, а на відносний, проте стабільний. У цьому

Таблиця 2

Розвиток бактеріозу при штучному інфікуванні збудником інбредних ліній цукрових буряків

Лінії	ЕПС, мкг/мл	Кількість інфіков, листіків, шт.	Кількість ураженого листя (%) через 3 тижні після штучного зараження збудником					
			1 бал	2 бала	3 бала	4 бала	5 балів	неуражені
150 ₁₄	250	140	23,7	31,5	15,2	—	—	29,6
	500	160	18,4	26,1	1,7	—	—	53,8
	750	145	20,5	26,7	3,5	—	—	49,3
214 ₄	250	150	25,3	30,5	11,8	—	—	32,4
	500	180	16,2	20,7	—	—	—	63,1
	750	165	21,5	28,8	3,2	—	—	46,5
МС-2	250	145	18,8	31,5	13,7	—	—	36,0
	500	160	26,0	22,3	—	—	—	51,7
	750	150	22,5	27,5	3,5	—	—	46,5
Контроль	H ₂ O	180	12,0	22,8	38,5	18,7	3,0	5,0

разі допускається розвиток збудника до межі, яка не наносить економічних збитків. Тобто принцип такого захисту ґрунтується не на тотальному знищенні фітопатогенів, а на регуляції їх чисельності до господарсько-невідчутного рівня.

Для перевірки, чи не зумовлені захисні властивості полісахариду його прямою дією на бактерії, бактеріальну суспензію (10^7 клітин/мл) додавали до розчинів полісахариду в концентраціях 100, 250, 500, 750 мкг/мл і залишали на 4, 6, 8, 12, 24 год. Визначали кількість живих бактерій, висіваючи їх на агаризоване середовище. Виявилось, що ЕПС безпосередньо не пригнічував життєдіяльність збудника, тобто він не є біопестицидом.

Існують різні уявлення щодо механізмів дії еліситорів. Вважаємо, однією з причин підвищення стійкості рослин буряків до захворювань під дією елісотору може бути їх більша здатність продукувати фітоалексини, які відіграють важливу роль в імунітеті рослин. Ймовірно також індукування експресії “захисних” генів і синтезу різноманітних білкових сполук, що контролюють захисні механізми, які забезпечують стійкість рослин до фітопатогенів.

Неспецифічна відповідь рослин на інфікування різними видами патогенів може бути зумовлена тим, що велика кількість білків і фітоалексинів продукується рослиною під дією майже всіх еліситорів. У феномен неспецифічності значний внесок робить і взаємодія різних сигнальних систем.

Таким чином, використання хітозану та полісахаридного елісотору із *Pseudomonas syringae* pv. *artata* приводило до підвищення насінневої продуктивності рослин пшениці та забезпечувало захист рослин буряків від фітопатогенів.

Література

1. *Озерецковская О.Л.* Индуцирование устойчивости растений биогенными элиситорами фитопатогенов // Прикл. биохимия и микробиология.— 1994.— 30, №3.— С. 325–339.
2. *Тарчевский И.А., Чернов В.М.* Молекулярные аспекты фитоиммунитета // Микология и фитопатология.— 2000.— 34, вып.3.— С. 1–10.
3. *Deen R., Kuc I.* Induced systemic protection in plant // Trends in Biotechnol.— 1985.— 3, №5.— Р. 125–129.
4. *Веремейченко С.Н., Здорovenko Г.М.* Особенности строения и иммуномодулирующие свойства липополисахаридов бактерий рода *Pseudomonas* // Прикл. биохимия и микробиология.— 2008.— 44, №6.— С. 632–641.
5. *Чугункова Т.В., Губанова Н.Я., Розумна Л.Ф.* Полисахаридні еліситори як стимулятори імунітету буряків // Физиология и биохимия культ. растений.— 2004.— 36, №6.— С. 478–484.
6. *Pospieszny H., Chirkov S., Atabekov J.* Induction of antiviral resistance in plant by chitosan // Plant Sci.— 1991.— 79.— Р. 63–68.
7. *Nge K., Nwe N., Chandkrachang S., Stevens W.* Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture // Plant Sci.— 2006.— 170.— Р. 468–474.
8. *Ильина А.В., Куликв С.Н., Чаленко Г.И., Герасимова Н.Г., Варламов В.П.* Получение и исследование моносахаридных производных низкомолекулярного хитозана // Прикл. биохимия и микробиология.— 2008.— 44, №5.— С. 606–614.

Резюме

Досліджено вплив хітозану та екзополісахариду із *Pseudomonas syringae* pv. aptata на особливості росту, продуктивність та стійкість рослин пшениці та буряку. Встановлено позитивний вплив хітозану у концентрації 500 мг/л і 1000 мг/л на насінневу продуктивність рослин ярої пшениці. Екзоцеллюлярний полісахарид із збудника бактеріальної плямистості листя буряків у концентрації 500 мкг/мл сприяв захисту рослин від фітопатогенів при штучному їх зараженні.

Исследовано влияние хитозана и экзополисахаридов из *Pseudomonas syringae* pv. aptata на особенности роста, продуктивность и устойчивость растений пшеницы и свеклы. Установлено положительное влияние хитозана в концентрации 500 мг/л и 1000 мг/л на семенную продуктивность растений яровой пшеницы. Экзоцеллюлярный полисахарид из возбудителя бактериальной пятнистости листьев свеклы в концентрации 500 мкг/мл способствовал защите растений от патогенов при искусственном их заражении.

The effect of chitosan and exopolysaccharides of *Pseudomonas syringae* pv. aptata on growth characteristics, productivity and resistance of wheat and beet has been investigated. The positive effect of chitosan in a concentration of 500 mg/l and 1000 mg/l on the seed production of plants of spring wheat were placed. Extracellular polysaccharide of the pathogen of bacterial leaf spot of beets at a concentration of 500 µg/ml contributed to the protection of plants against pathogens in artificial infecting them.

ЮДАНОВА С.С.¹, ЦАРЕВА Л.Е.², МАЛЕЦКИЙ С.И.¹

¹ *Институт цитологии и генетики СО РАН,*

Россия, 630090, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 10; e-mail: sonia_y@ngs.ru

² *Алтайский Государственный Аграрный Университет,*

Россия, 656049, Барнаул, пр. Красноармейский, 98

ВЛИЯНИЕ ЭПИМУТАГЕНА 5-АЗАЦИТИДИНА НА ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Эпимутаген 5-азациитидин (5-azaC) — ингибитор фермента метилтрансферазы, осуществляющего реакцию метилирования молекул ДНК. 5-azaC приводит к изменению паттерна метилирования генома (свойства метилома клеточных ядер), чему сопутствуют наследуемые эпигенетические изменения¹: размеры растений, ветвление побегов, время вступления в фазу цветения, пол цветков и др. [1, 2]. На протяжении ряда лет нами проведены исследования влияния 5-azaC на различные признаки у сахарной свеклы: миксоплоидность клеточных популяций, раздельно-сростноцветковость (РЦ–СЦ), время вступление в фазу цветения и содержание сахара в корне и др.

Миксоплоидия. Новое растение начинается с одной клетки, имеющей одно ядро и некоторое число внутриклеточных органелл. Если бы механизм

¹ К эпигенетическим относятся те факторы, которые не изменяют порядок нуклеотидов в молекулах ДНК, но влияют на наследственную изменчивость признаков.