



СІРА ГНИЛЬ НА СУНИЦІ

Ураження плодів суниці сірою гниллю (*Botrytis cinerea*) залежно від їх біохімічного складу

Визначено біохімічні речовини, що найбільше впливають на розвиток паразитичних мікроорганізмів класу *Botrytis cinerea* у плодах суниці. Методом регресивного аналізу визначено існування позитивного впливу цукрів на інтенсивність ураження ягід суниці сірою гниллю та негативного – титрованих кислот і поліфенолів. Для кожного з досліджуваних сортів встановлено оптимальну кількість згаданих речовин, яка за певних умов вирощування може створювати імунітет до ураження грибом *Botrytis cinerea*.

суниці, сорт, сіра гниль, кислоти, імунітет, ураження

Внутрішній ринок плодово-ягідної продукції може бути повністю насичений лише за високої урожайності та відмінної якості вирощеної продукції, що в свою чергу залежить від багатьох біотичних та абіотичних чинників. Плоди ягідних культур, зокрема суниці, досягають раніше, аніж кустяківих та зерняткових. Тому вони є першим вітамінним продуктом плодово-ягідної групи. Цінність споживчих якостей і безпечність вирощених ягід суниці значною мірою залежить від їх фізіологічного стану. Але з деяких причин, зокрема ураження збудником гриба ряду ботритіс, процеси життєдіяльності плододових тканин можуть змінюватися не в кращу сторону. Наслідками розростання гіфів *Botrytis cinerea* є зниження врожайності та погіршення якості продукції. Для розвитку гриба *Botrytis cinerea* оптимальними є температура повітря 25–30°C при 100%-й вологості [7]. За твердженням інших дослідників він особливо інтенсивно розвивається в спекотну та посушливу погоду [2].

Російські вчені довели, що не тільки погодні умови спричиняють розвиток хвороб рослинних тканин, цьому сприяє і достатня насиченість рослинних тканин речовинами, необхідними для харчування паразитичного організму. Стійкість визначається або недостатнім вмістом в рослині речовин цієї катего-

Л.М. ШЕВЧУК,
кандидат
сільськогосподарських наук
Інститут садівництва НААН
С.В. ЧМИХ,
молодший науковий співробітник
Подільська ДСС Інституту
садівництва НААН

рії, або присутністю у клітинах рослини-хазяїна з'єднань, токсичних для збудників хвороби [8].

Ряд авторів встановили кореляційну залежність між ураженням плодів винограду грибом *Botrytis cinerea* та їх цукристістю.

Рубін Б.А. та Арциховська Е.В. довели, що підвищена кількість органічних кислот та поліфенольних речовин у плодах може створювати супротив мікроорганізмам [9].

Метою досліджень було визначити, наскільки плоди суниці в сортовому розрізі є хемотропічними щодо ураження *Botrytis cinerea* і наскільки цей процес залежить від вмісту цукрів, органічних кислот і поліфенольних речовин у ягодах.

Методика досліджень. Протягом 2006–2010 рр. вивчали вісім сортів суниці. Плоди для дослідів відбирали в насадженнях, розміщених у правобережному Лісостепу України (Подільська ДСС Інституту садівництва НААН). Відбір та лабораторні дослідження проводили згідно з «Методичними рекомендаціями проведення досліджень по питаннях зберігання та переробки» [6] і «Методикою оцінки якості плодово-ягідної продукції» [4], а обліки щодо ураження плодів сірою гниллю – відповідно до «Методики проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду» [5]. Математичну обробку результатів виконували шляхом регресивного аналізу за методикою Б.А. Доспехова [2], а також за чинними методичними рекомендаціями з використанням персонального комп'ютера за відповідними програмами П.В. Кондратенка та М.О. Бублика [3].

Результати досліджень. За роки досліджень мінімальну кількість цукрів (3,1%) накопичували плоди суниці сортів Ольвії, Присвяти урожаю 2007 року, а також Ельсанти, Зенги Зенгани, Істочніка 2008 р. В останньому з названих сортів таку ж кількість вуглеводів виявлено і у 2009 році. Максимум їх вмісту (7,5 та 7,1% відповідно) був у ягодах сортів Ольвія та Полка, урожай 2006 року (табл. 1). У тому році плоди сортів, які досліджували, містили цукрів від 4,8 (Зенга Зенгана) до 7,5% (Ольвія), а у 2010 – від 4,9 (Дарунок вчителю, Ельсанта, Істочник, Полка, Присвята) до 5,7% (Істочник), середній міжсортний показник по роках становив 6,2 та 5,1% відповідно. Умови росту і розвитку плодів суниці у 2007 та 2008 р. не сприяли накопиченню цукрів ягодами досліджуваної культури. Кількість цих речовин у перший із згаданих років становила 3,5, а в другий 4,0% – середньосортний показник (табл. 1). Плоди сортів Зенга Зенгана та Присвята накопичували їх максимальну кількість (6,5 та 6,0% відповідно) у 2008 р.

Щодо титрованих кислот, то ягоди всіх досліджуваних сортів нагромаджували їх менше 1% у 2010, а сортів Дарунок вчителю та Ельсанта також у 2009 роках. Плоди останнього з названих сортів характеризувалися низькою кислотністю у 2008, Полки – у 2006 рр. Найвищий вміст цих речовин виявлено в ягодах суниці у 2007 році, зокрема по сортах: Дарунок вчителю – 1,12%, Ельсанта – 1,03, Зенга Зенгана – 1,22, Істочник – 1,80, Ольвія – 1,23, Полка – 1,23, Присвята – 1,42, Фестивальна ромашка – 1,46%. Найвищий середній міжсортний показник (1,38%) також був у цей рік, а найнижчий (0,8%) – у 2010 р.

Плоди сортів Дарунок вчителю, Ельсанта, Істочник, Полка та Фестивальна ромашка накопичували найбільше поліфенольних речовин у 2008 році (відповідно 435, 499, 437, 432, 350 мг/100 г сирової маси). Ягоди сорту Зенга Зенгана, максимальну кількість поліфенолів

1. Вміст біохімічних речовин у плодах суниці та ураження їх сірою гниллю, Подільська ДСС Інституту садівництва НААН (2006–2010 рр.)

Роки	Органічні кислоти, %	Цукри, %	Поліфеноли, мг/100 г сирової маси
Дарунок вчителю			
2006	1,12	5,4	213
2007	1,49	3,6	348
2008	1,26	4,0	435
2009	0,86	5,4	368
2010	0,80	4,9	243
Ельсанта			
2007	1,03	3,2	361
2008	0,84	3,1	499
2009	0,83	4,3	254
2010	0,80	4,9	259
Зенга Зенгана			
2006	1,16	4,8	342
2008	1,22	3,1	299
2009	1,04	6,5	227
2010	1,02	5,4	287
Істочник			
2006	1,39	6,0	323
2007	1,80	4,4	381
2008	1,26	3,1	437
2009	1,14	3,1	295
2010	0,86	4,9	212
Ольвія			
2006	1,16	7,5	502
2007	1,23	3,1	454
2008	1,22	5,6	383
2009	0,90	4,2	279
2010	0,80	5,7	198
Полка			
2006	0,96	7,1	287
2007	1,23	3,8	375
2008	1,11	4,5	350
2009	1,00	5,5	217
2010	0,89	4,9	254
Присвята			
2007	1,42	3,1	416
2008	1,22	4,2	323
2009	1,14	5,9	243
2010	0,95	4,9	215
Фестивальна ромашка			
2006	1,04	6,0	376
2007	1,46	3,5	317
2008	1,30	4,5	432
2009	1,07	3,1	370
2010	0,92	4,9	254

(342 мг/100 г сирової маси) мали у 2006 році, а Присвята (416 мг/100 г сирової маси) – у 2007 р. Малосприятливим для накопичення біологічно активних речовин згаданого класу був 2010-й рік, коли у плодах сорту Ольвія зафіксовано поліфенолів менше 200 мг/100 г сирової маси. Не набагато більше було їх і в ягід Дарунок вчителя (243), Ельсанти (259), Зенги Зенгана (287), Істочніка (212), Полки (254), Фестивальної ромашки (254) та Присвяти (250 мг/100 г сирової маси). Середньоміжсортний показник вмісту поліфенольних речовин був найнижчий у 2010 та 2009 роках (240 та 282 відповідно), а найвищий у 2007 та 2008 рр. (379 і 395) (табл. 1).

Аналіз ураження плодів суниці грибною інфекцією *Botrytis cinerea* встановив, що найсприятливішим для розвитку сірої гнилі був 2010 р. Кількість уражених того року плодів суниці за середнім міжсортним показником становила 9,7% з мінімумом (2,2%) в ягодах сорту Дарунок вчителю та максимумом (22,8%) в

Ольвії. Умови росту й розвитку плодів досліджуваної культури 2008 р. були малосприятливими для заселення їх гіфами *Botrytis cinerea*. Середній міжсортний показник становив 0,4%, мінімум – 0,02 (Дарунок вчителю), максимум – 0,9% (Істочник) (табл. 2).

Методом регресивного аналізу визначили залежність ураження ягід суниці від вмісту в них біохімічних речовин. У сортів Полка та Ельсанта встановлено існування тісного прямого кореляційного зв'язку (коефіцієнти кореляції 0,876 та 0,940) між вмістом цукрів у плодах та ураженням їх сірою гниллю, середньої сили залежність у Дарунок вчителя, Присвяти та Зенги Зенгана (коефіцієнти кореляції 0,650; 0,523; 0,666 відповідно), слабку в Ольвії, Істочніка і Фестивальної ромашки (0,365; 0,314; 0,306 відповідно) (рис.).

Дослідженнями встановлено, що титровані кислоти і поліфенольні речовини, що містяться в ягодах суниці, негативно впливають на

2. Ураження плодів суниці сірою гниллю (*Botrytis cinerea*), % (Подільська ДСС Інституту садівництва НААН, 2006–2010 рр.)

Сорт	Роки досліджень					Середнє за роки досліджень
	2006	2007	2008	2009	2010	
Дарунок вчителю	4,3	0,5	0,02	0,8	2,2	1,6
Ельсанта	—	0,5	0,4	1,8	4,6	1,8
Зенга Зенгана	0,8	—	0,5	8,3	13,7	5,8
Істочник	4,1	3,0	0,9	5,9	13,2	5,4
Ольвія	7,5	0,4	0,1	3,7	22,8	6,9
Полка	10,5	0,9	0,7	3,0	6,4	4,3
Присвята	—	0,7	0,3	2,0	3,9	1,7
Фестивальна ромашка	2,6	1,0	0,3	2,5	10,6	3,4
Середній міжсортний показник	5,0	1,0	0,4	3,5	9,7	

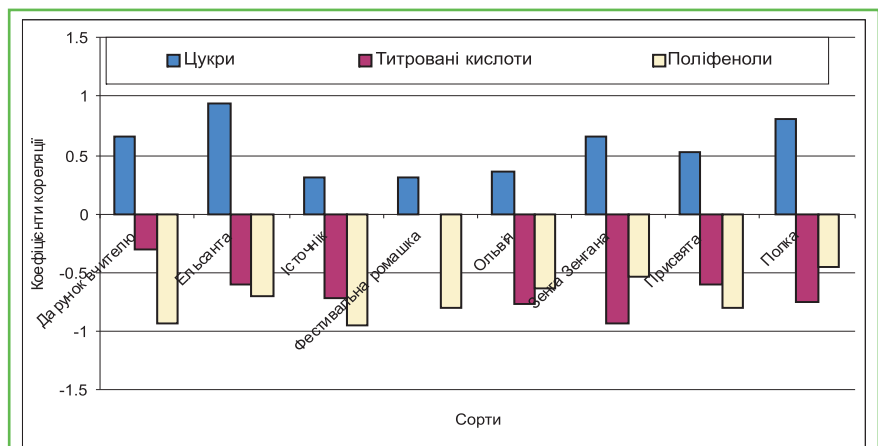


Рис. Кореляційна залежність між вмістом біохімічних речовин у плодах суниці та ураженням їх сірою гниллю, Подільська ДСС ІС НААН (середнє за 2006–2010 рр.)



3. Кореляційна залежність ураження плодів сірою гниллю від зміни вмісту в них біохімічних речовин

Сорт	Коефіцієнт кореляції	Рівняння залежності
Дарунок вчителю	R=0,976	$Y=2,427+2,621 \cdot X_1+1,233 \cdot X_2-0,014 \cdot X_3$
Зенга Зенгана	R=1,0	$Y=141,39-104,62 \cdot X_1-3,47 \cdot X_2-0,080 \cdot X_3$
Присвята	R=1,0	$Y=87,67+7468,35 \cdot X_1-509,72 \cdot X_2-187 \cdot X_3$
Полка	R=0,949	$Y=6,474-22,20 \cdot X_1+2,27 \cdot X_2+0,031 \cdot X_3$
Ольвія	R=0,852	$Y=32,639-32,109 \cdot X_1+2,12 \cdot X_2-0,075 \cdot X_3$
Фестивальна ромашка	R=0,906	$Y=13,024-0,079 \cdot X_1+1,88 \cdot X_2-0,053 \cdot X_3$
Істочник	R=0,958	$Y=24,018-1,890 \cdot X_1-0,089 \cdot X_2-0,048 \cdot X_3$
Ельсанта	R=1,0	$Y=36,73+12,716 \cdot X_1+5,315 \cdot X_2+0,019 \cdot X_3$

ріст гіфів гриба *Botrytis cinerea*. Сила токсичності залежить від їх кількості, адже практично в усіх досліджуваних сортів виявлено зворотній кореляційний зв'язок між вмістом цих речовин у плодах та ураженням їх згаданою інфекцією. Виявлено тісну зворотну кореляційну залежність між кількістю титрованих кислот у ягодах суниці сортів Полка, Істочник, Ольвія та Зенга Зенгана (коефіцієнти кореляції $-0,747$; $-0,715$; $-0,772$; $-0,937$ відповідно), середню – у Присвята та Ельсанти (коефіцієнти $-0,608$ і $-0,604$), слабку для Дарунку вчителя (0,309), не встановлено її лише для Фестивальної ромашки.

Тісний зворотній кореляційний зв'язок між вмістом поліфенольних речовин відмічено в плодах сортів Дарунок вчителю ($-0,921$), Присвята ($-0,805$), Фестивальна ромашка ($-0,812$) та Істочник ($-0,952$), середній – в Ельсанти ($-0,698$), Ольвії ($-0,640$) та Зенги Зенгани ($-0,537$), слабкий у Полки ($-0,466$) (рис.1).

Вплив вмісту біохімічних речовин на ураження плодів суниці сірою гниллю виражає рівняння множинної кореляції, отримане в результаті опрацювання даних по всіх досліджуваних сортах:

$$Y=9,054-4,327 \cdot X_1+1,300 \cdot X_2-0,019 \cdot X_3;$$

де Y – ураження плодів суниці сірою гниллю, %;

X_1 – вміст титрованих кислот у плодах, %;

X_2 – вміст цукрів %;

X_3 – вміст поліфенольних речовин, мг/100 г сирової маси.

Коефіцієнт множинної регресії $R=0,627$, вірогідність – 95%.

Зважаючи на те, що кожен сорт є індивідуумом із генетично закріпленою кількістю біохімічних речовин, що під дією різних факторів можуть змінюватися, то з метою точності прогнозування ураження плодів суниці сірою гниллю за вмістом в них цукрів, титрованих кислот та поліфенольних з'єднань було статистично оброблено дані по кожному сорту і отримали рівняння множинної регресії (табл. 3).

Метод регресивного аналізу дав можливість визначити оптимальний для кожного з досліджуваних сортів вміст біохімічних речовин, який за певних умов зовнішнього середовища створює їм хемотропічність.

Прогнозування щодо ураження плодів досліджуваних сортів сірою

гниллю при зміні в них вмісту біохімічних речовин порівняно з тим, який створює їм імунітет: цукрів $\pm 1,0$, титрованих кислот $\pm 0,1\%$, та поліфенольних речовин ± 100 мг/100 г сирової маси – показало, що збільшення їх вмісту спонукатиме розвиток *Botrytis cinerea* на 17,9% лише на плодах сорту Ельсанта. Зменшення кількості згаданих речовин у ягодах суниці може стати причиною їх ураження паразитичними мікроорганізмами. Уразливіми є всі сорти досліджуваної групи, за винятком Полки, але найбільше Ольвія – 4,3, Істочник – 5,5 і досить сильно Присвята 70,0%.

ВИСНОВКИ

1. Ураження плодів суниці грибами класу *Botrytis* залежить не тільки від погодних чинників, але й від кількісного вмісту в них цукрів, титрованих кислот та поліфенольних речовин.

2. Оптимальним вмістом в ягодах суниці, що забезпечить в першу чергу відмінні споживчі якісні їх показники та певну стійкість до ураження *Botrytis cinerea* є: цукрів – від 5,5 до 6,0%, органічних кислот – від 1,2 до 1,4%, поліфенольних речовин – від 450 до 500 мг/100 г.

3. З сортів суниці, що досліджувалися, найменше схильні до ураження сірою гниллю плоди сортів Дарунок вчителя, Присвята та Ельсанта.

ЛІТЕРАТУРА

1. Довідник по зберіганню плодів ягід і винограду / Майдебур В.І., Кангіна І.Б., Михайлова Є.В. та ін. – К.: Урожай, 1987. – С. 168.
 2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
 3. Кондратенко П.В., Бублик М.О. Методика проведення польових досліджень з плодовими культурами. – К.: Аграрна наука, 1996. – 95 с.
 4. Методика оцінки якості плодово-ягідної продукції. – К.: СПД «Жителев С.І.», 2008. – 79 с.

5. Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду / Державна служба з охорони прав на сорти рослин. Ч.2. – 2005. – В.2. – С. 216–217.

6. Методичні рекомендації проведення досліджень по питаннях зберігання та переробки. – К.: УНДІС, 1980. – 142с.

7. Мікроорганізми возбудителів болезней растений. Справочник / Билай В.И., Гроздяк Р.И., Скрипаль И.Г. и др. – К.: Наукова думка, 1988. – С. 100.

8. Рубин Б.А., Арциховская Е.В., Аксенова В.А. Биохимия и физиология иммунитета растений. – М.: Высшая школа, 1975. – С. 159 – 194.

Л.М. Шевчук, С.В. Чмых

Поражение плодов клубники серой гнилью (*Botrytis cinerea*) в зависимости от их биохимического состава

Определены биохимические вещества, которые наиболее влияют на развитие паразитических микроорганизмов класса *Botrytis cinerea* в плодах клубники. Методом регрессивного анализа определено положительное влияние сахаров на интенсивность поражения ягод серой гнилью и отрицательное – титрированных кислот и полифенолов. Для каждого из исследуемых сортов определено оптимальное количество упомянутых веществ, которое при определенных условиях выращивания способствует приобретению растением иммунитета к заражению грибом *Botrytis cinerea*.

клубника, сорт, серая гниль, кислоты, иммунитет, заражение

L.M. Shevchuk, S.V. Chmykh

Affection of strawberry fruit by botrytis rot (*Botrytis cinerea*) depending on their biochemical composition

The authors have determined the biochemical substances which influence rather significantly on the parasitic microorganisms (*Botrytis cinerea* class) development in strawberry fruits. The positive effect of sugars and negative one of titrated acids and polyphenoles on the intensity of the strawberry fruits affection by botrytis rot has been detected by means of the regressive analysis. The use of prognosis has made it possible to establish the optimum amount of the mentioned substances for each of the researched cultivars. In certain cultivation conditions it can ensure the immunity against the affection by the fungus *Botrytis cinerea*.