

Ніна ОСОКІНА,
Олена ГЕРАСИМЧУК

ЗАСТОСУВАННЯ РЕЧОВИН АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ ЯГІД ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ

Одним із чинників суттєвих втрат плодоовочевої продукції при зберіганні є інфекційні хвороби. Існують численні спроби вирішити проблему за допомогою різних речовин із антисептичними властивостями.

Ягоди чорної смородини відрізняються високою кислотністю (2.3–2.8 %) і, відповідно, низьким значенням рН (2.9–3.1). Саме тому збудниками їхнього псування є переважно плісеньові гриби та дріжджі, яких на поверхні міститься $5.3 \cdot 10^3$ та $1.2 \cdot 10^3$ КУО в 1 г відповідно¹. Для розвитку вегетативних клітин бактерій лімітоване значення рН – 3.5–4.1, а для їхніх спор – 4.4–5.1. Більшість плісеньових грибів розвиваються на продуктах із вищою кислотністю, ніж бактерії. Критичні межі рН для вегетативного росту плісеньових грибів – 1.5–10.0. Дріжджі – кислотолюбні організми й надають перевагу рН 5.0–5.5, хоча деякі види можуть розвиватися і при рН 3.0. Саме за високої кислотності плодів на них спочатку розвиваються дріжджі та плісеньові гриби, а після того, як вони розкладуть кислоти, змінюючи рН, починається розвиток бактеріальної мікрофлори².

¹ Шишкіна Н.С., Лежнева М.Л., Карастоянова О.В. и др. Криогенное замораживание ягод, плодов и овощей // Производство и реализация мороженого, быстрозамороженных продуктов. – 2004. – № 6. – С. 34-37.

² Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 238 с.

З огляду на витривалість мікроорганізмів до умов середовища, ні один із існуючих способів зберігання свіжих плодів не може забезпечити повне припинення життєдіяльності мікрофлори. Реалізація способів зберігання плодів у холодильнику в РГС або МГС при високій відносній вологості повітря потребує спеціального технологічного оснащення і також не гарантує збереження якості.

Сучасні світові тенденції в харчовій промисловості – розширення спектру використання харчових добавок (консервантів), що мають антимікробну дію. Дозволено цілий ряд консервантів, які не шкідливі для здоров'я людини. До їхнього списку, діючого на території країн Європейського союзу, віднесено сорбінову й бензойну кислоти та їхні солі, лимонну кислоту тощо³.

Дія сорбінової та бензойної кислот направлена, переважно, проти плісневих грибів і дріжджів. Із бактерій сильніше пригнічуються каталазопозитивні, ніж каталазонегативні, найбільше – строгі аероби, менше – молочнокислі бактерії.

Гальмуюча дія сорбінової кислоти проявляється для плісневих грибів при рН 2.5–5.7, дріжджів – 3.0–5.0, бактерій – 4.4–6.8. При рН 7.0 вона через дисоціацію майже не діє. Бензойна кислота гальмує розвиток плісневих грибів і дріжджів при рН 2.6–5.0, бактерій – 4.3–6.0.

У харчовій промисловості лимонна кислота застосовується досить широко. Вона виступає регулятором кислотності, антиокиснювачем і синергістом антиокиснювачів. Найбільша антимікробна дія лимонної кислоти на бактерії і слабка на плісені та дріжджі. Пригнічення їх відбувається при рН 3.5–4.0. При рН до 3.0 антимікробна дія посилюється в 10–100 разів⁴.

Бактерицидні властивості водних розчинів етилового спирту концентрацією понад 70 % зумовлені денатурацією білків і багатьох інших органічних колоїдів. Етиловий спирт не має кислотних властивостей і не є лугом, його реакція нейтральна.

Мета дослідження – обґрунтування концентрації розчинів речовин антимікробної дії для післязбиральної обробки ягід чорної смородини й спостереження їхнього впливу на тривалість зберігання та якість продукції.

Дослідження проведено протягом 2003 р. в Уманському державному аграрному університеті. Помологічні сорти чорної смородини – *Минай Шмирьов*, *Білоруська солодка*, *Багіра*, *Кентавр*, *Сміла* виро-

© Ніна Осокіна, Олена Герасимчук, 2008

³ Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение: Пер. с нем. – СПб: ГИОР, 2000. – 255 с.

⁴ Там само. – 255 с.

щені на плантації навчально-науково-виробничого відділу університету.

Ягоди в китицях споживчого ступеня стиглості в суху погоду зібрано в ящики-лотки № 5.2 місткістю близько 4 кг і відправлено на зберігання у неохолоджене сховище при температурі 16 °С та відносній вологості повітря 85 % в умовах звичайного газового середовища. Після 10–12-годинного охолодження ягоди чорної смородини оброблено розчинами: сорбінової кислоти (0.5 %), лимонної кислоти (0.4 %), бензоату натрію (0.7 %) та етанолом (95.5 %). Після обсушування на повітрі та видалення залишку розчинів плоди упаковано в тару. Контролем слугували ягоди без обробки. Повторність дослідів п'ятикратна.

Визначено мікробне обсіменіння поверхні ягід чорної смородини до та після обробки⁵. Товарну оцінку проводили згідно з вимогами ГОСТ 6829–89 "Смородина черная свежая". Критерій зняття плодів зі зберігання – втрати маси не більше 8 %. У модельному досліді визначено активну кислотність (рН) розчинів антимікробної дії різних концентрацій на приладі рН-150.

Міжнародна думка давно єдина в тому, що речовини антимікробної дії можуть бути дозволені для використання, якщо вони технологічно виправдані та безпечні для здоров'я споживача. Умови застосування цих речовин витікають із наукової інформації, а їхній статус може змінюватися. Враховуючи властивості речовин і токсикологічно-гігієнічну оцінку, встановлено законодавчі аспекти їхнього застосування в продуктах. При вирішенні практичних питань виходять із спектру дії на мікроорганізми.

У роботі⁶ наведено мінімально ефективні концентрації речовин по відношенню до деяких бактерій, плісень та дріжджів, які беруть участь у псуванні харчових продуктів. Для практичного застосування ці дані мають орієнтовне значення.

Гальмуюча дія сорбінової кислоти на фруктових продуктах проявляється при мінімальній ефективній концентрації до 0.1 % – проти бактерій, до 0.5 % – для плісневих грибів і дріжджів. Вищі концентрації погіршують смак і запах продуктів, а концентрація нижче 0.03 % не ефективна.

Мінімально ефективні концентрації бензоату натрію по відношенню до бактерій – до 0.5 %, плісневих грибів і дріжджів – 0.5–0.7 %. З бензоатом натрію може бути пов'язана небезпека стороннього присмаку в продуктах.

⁵ Інструкція про порядок санітарно-технічного контролю консервів на виробничих підприємствах, оптових базах, в роздрібній торгівлі та на підприємствах громадського харчування, №1444.77. – 2001. – 92 с.

⁶ Люк Э., Ягер М. ... 255 с.

Гальмуюча дія лимонної кислоти на мікроорганізми зумовлена регулюванням рН середовища. Вміст її у фруктових продуктах 0.1–0.7 %. Особливо посилюється дія лимонної кислоти проти бактерій при зниженні рН до 3.0 і нижче. Порівняно з іншими консервантами дія лимонної кислоти на плісені й дріжджах – слабка.

Оскільки існує залежність дії кислот від рН середовища, приготувані розчини кислот за концентрацією перебували в межах спектру дії на мікроорганізми.

За даними *табл. 1* гальмуюча дія сорбінової кислоти концентрації 0.5 % ефективна при рН 3.16. Зниження рН середовища до 3.10 за рахунок підвищення концентрації сорбінової кислоти до 0.6 % не є суттєвим. Антимікробна дія бензоату натрію в розчинах концентрації 0.7 % – найвища при рН 6.4. Підвищення концентрації розчину бензоату натрію не має сенсу, оскільки рН середовища суттєво не знижується.

Таблиця 1

Залежність активної кислотності (рН) від концентрації антимікробних речовин у розчинах*

Концентрація розчину, %	рН розчину		
	лимонної кислоти	сорбінової кислоти	бензоату натрію
0.3	2.55	3.40	–
0.4	2.43	3.20	–
0.5	2.31	3.16	6.38
0.6	2.26	3.10	6.40
0.7	2.24	3.08	6.40
0.8	2.22	–	6.36
0.9	–	–	6.35
1.0	–	–	6.26
НІР ₀₅	0.11	0.16	0.08

Примітка. * Етиловий спирт має нейтральну реакцію, його антимікробні властивості пов'язані виключно зі незаражувальною, бактерицидною дією.

Концентрація розчину лимонної кислоти 0.5 % знижує рН до 2.31, що практично перекриває усі межі для пригнічення дії мікроорганізмів.

Отже, мінімально ефективні концентрації речовин з антимікробними властивостями, рекомендовані в літературі⁷ й обрані для досліджень, узгоджуються з їхніми значеннями рН.

Обробка ягід чорної смородини дослідними розчинами антимікробної дії значно знизилася їхнє мікробне обсіменіння й відрізнялася за діючою речовиною (*табл. 2*). Кількість мікроорганізмів на ягодах, оброблених розчинами сорбінової кислоти та бензоатом натрію, зни-

⁷ Люк Э., Ягер М. ... 255 с.

зилася відповідно в 20 і 13 разів, етиловим спиртом – у 33 рази, розчином лимонної кислоти – в 50 разів.

Таблиця 2

Мікробне обсіменіння ягід чорної смородини сорту *Минай Шмирьов*, КУО в 1 г

Варіант досліджу	Загальне обсіменіння	Вид мікроорганізмів
Контроль	$5.0 \cdot 10^3$	Бактерії, плісєневі гриби, дріжджі
Обробка антимікробними речовинами:		
<i>бензоатом натрію</i>	$3.0 \cdot 10^2$	Бактерії, плісєневі гриби
<i>сорбіновою кислотою</i>	$2.5 \cdot 10^2$	Плісєневі гриби
<i>лимонною кислотою</i>	$1.0 \cdot 10^2$	Плісєневі гриби
<i>етиловим спиртом</i>	$1.5 \cdot 10^2$	Дріжджі
НІР ₀₅	$1.6 \cdot 10^2$	

Найвищі антисептичні властивості виявила лимонна кислота, оскільки мікробне забруднення дослідних зразків чорної смородини представлено переважно бактеріями й дещо менше плісєневими грибами та дріжджами. Позитивною також була бактерицидна дія етилового спирту – серед залишкової мікрофлори переважали дріжджі. Антисептична дія розчину сорбінової кислоти виявилася достатньою для пригнічення бактерій, але недостатньою для плісєневих грибів. Після обробки бензоатом натрію на ягодах залишалися в основному плісєневі гриби й бактерії, оскільки значення рН 6.4 розчину виявилось високим для дії на бактерії та малоефективним проти плісєневих грибів. Отже, антимікробні властивості речовин переважно пов'язані з рН середовища та бактерицидними властивостями етилового спирту.

Вплив післязбиральної обробки ягід чорної смородини на тривалість зберігання наведено в *табл. 3*.

Без обробки термін зберігання чорної смородини становив 5–7 днів, з обробкою – збільшувався в 1.4–2.0 рази. Найкращі результати одержано при застосуванні розчину лимонної кислоти та етилового спирту.

Особливості сорту позначилися на ефективності зберігання. Ягоди сортів *Минай Шмирьов* і *Білоруська солодка* мали кращу потенційну здатність до зберігання, сорту *Сміла* – найменшу. Близькі за лежкістю ягоди сортів *Багіра* та *Кентавр* за цією ознакою зайняли середні позиції.

Таблиця 3

Тривалість зберігання чорної смородини в неохолодженому сховищі, діб

Сорт	Контроль	Обробка речовинами антимікробної дії			
		сорбіновою кислотою	лимонною кислотою	бензоатом натрію	етиловим спиртом

<i>Минай Шмирьов</i>	7	10	14	10	12
<i>Білоруська солодка</i>	7	10	14	10	12
<i>Багіра</i>	6	9	12	9	11
<i>Сміла</i>	5	8	10	8	10
<i>Кентавр</i>	6	9	12	8	11
НІР ₀₅	1.5				

Товарну оцінку чорної смородини після зберігання наведено в табл. 4.

Післязбиральна обробка ягід достовірно підвищувала якість зі збільшенням тривалості зберігання. Усі розчини речовин антимікробної дії зумовили зростання виходу товарної продукції порівняно з контрольним варіантом, при якому 43–50 % ягід віднесено до нестандарту через розм'якшення та втрату тургору, а відходи становили 6.8–7.8 %.

Таблиця 4

Вихід товарної продукції після зберігання ягід у неохолоджену сховищі, %

Сорт	Товарний стан продукції	Варіант дослідження				
		контроль	обробка речовинами антимікробної дії			
			сорбіновою кислотою	лимонною кислотою	бензоатом натрію	етиловим спиртом
<i>Минай Шмирьов</i>	стандарт	48.9	56.8	68.2	58.1	64.5
	нестандарт	43.6	36.2	27.6	34.7	3.1
	відходи	7.5	7.0	7.2	7.2	5.4
<i>Білоруська солодка</i>	стандарт	50.3	60.7	71.1	59.2	66.2
	нестандарт	42.9	33.1	25.1	34.6	29.4
	відходи	6.8	6.2	3.8	6.2	4.4
<i>Багіра</i>	стандарт	48.4	55.5	67.2	57.7	62.0
	нестандарт	44.0	37.3	27.8	35.1	32.8
	відходи	7.6	7.2	5.0	7.2	5.2
<i>Сміла</i>	стандарт	47.8	56.2	66.0	55.7	62.3
	нестандарт	44.4	36.4	28.4	36.8	31.9
	відходи	7.8	7.4	5.6	7.5	5.8
<i>Кентавр</i>	стандарт	47.1	54.4	65.4	56.2	60.8
	нестандарт	45.4	38.6	29.1	36.7	33.4
	відходи	7.5	7.0	5.5	7.1	5.8

НІР₀₅ стандарт = 1.8; НІР₀₅ нестандарт = 2.4; НІР₀₅ відходи = 0.8

Серед дослідних варіантів ефективнішою виявилася обробка етиловим спиртом і лимонною кислотою: вихід стандартної продукції зріс порівняно з контролем відповідно на 13.6–15.9 % і 18.2–20.8 % залежно від сорту.

Різниця між товарним станом ягід, оброблених розчином сорбінової кислоти та бензоатом натрію, незначна: у першому випадку вихід стандартної продукції на 2–4 % більший, а нестандартної – на 3 % менший.

За товарною оцінкою перевагу мали сорти *Білоруська солодка* та *Минай Шмирьов*. Дещо нижчої якості були ягоди сортів *Сміла* та *Кентавр*.

Обробка ягід чорної смородини речовинами антимікробної дії безпечна. Лимонна кислота та етиловий спирт є природними метаболітами плодів, а залишкова кількість сорбінової кислоти становила 0.007 мг/г, бензоату натрію – 0.016 мг/г.

Таким чином, теоретично обґрунтовано та практично встановлено переваги післязбиральної обробки ягід чорної смородини речовинами антимікробної дії при зберіганні. Найефективнішою визнано обробку ягід 0.5 %-ним розчином лимонної кислоти, що зумовлює збільшення вдвічі терміну зберігання, забезпечуючи якість і безпечність продукції.