
Наведена характеристика сортів яблуні, які виведені вітчизняними селекціонерами. Подані параметри товарності плодів після зберігання, їх органолептичну оцінку та придатність плодів до зберігання. В розрізі помологічних сортів рекомендовано температурні режими зберігання.

The description of some varieties of apple trees which are results of the work of Ukrainian selectionists, is given. The parameters of marketable value of the fruit after storage, their organoleptic estimation and fitness storage are defined. Temperature regimes for storage are recommended for pomological varieties.

УДК 634.7:664.8

ОБГРУНТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЧОВИН АНТИМІКРОБНОЇ ДІЇ ДЛЯ ОБРОБКИ ПЛОДІВ ЧОРНОЇ СМОРОДИНИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

**Н.М. ОСОКІНА, доктор сільськогосподарських наук,
О.П. ГЕРАСИМЧУК, кандидат сільськогосподарських наук**

Теоретично обґрунтовано та практично встановлено позитивний вплив післязбиральної обробки плодів чорної смородини розчинами лимонної (0,4%), сорбінової (0,5%) кислот, бензоата натрію (0,7%) та етилового спирту (95,5%) на їх лежкість. Переваги обробки лимонною кислотою – у збільшенні в 2 рази тривалості зберігання плодів зі збереженням їх якості і безпечності.

Основою практичних заходів з попередження втрат під час зберігання продукції є нові теоретичні позиції до відомих методів зберігання та принципово нові підходи до захисту врожаю.

Одним із джерел втрат під час зберігання продукції є інфекційні хвороби. Позбавитися цього джерела можна, знищивши самих збудників хвороб. Існують чисельні спроби вирішити проблему за допомогою різних речовин з антисептичними властивостями. При цьому ставиться завдання не тільки знищити присутню на покривній рослинній тканині фітопатогенну мікрофлору, але й послабити притаманну їй природну стійкість. Проте навіть невелика кількість мікроорганізмів, яка залишається після обробки, створює небезпеку. Оскільки виживають найпристосованіші, які є ще більш небезпечними для ослаблених до стійкості тканин. До того ж плоди, відділені від материнської рослини, більш чутливі до дії хімічних речовин, ніж вегетуюча рослина. На кінець, навіть якщо і вдається знищити патогенні мікроорганізми, не ушкодивши тканини плоду, виникає питання про їх нешкідливість для людини і навколишнього природного середовища.

Основою захисту плоду від інфекційних хвороб є максимальне використання притаманних механізмів самозахисту, які виникають у відповідь на контакт із

метаболітами збудника хвороби. Йдеться про післяінфекційні захисні реакції, що індукуються самим збудником хвороби. Така властивість виникає внаслідок перебудови тканин чи всього органу. Типовим механізмом такої стійкості рослинних тканин є їх здатність продукувати у відповідь на інфекцію антимікробні речовини – фітоалексини. В модельних дослідах летальний ефект для багатьох паразитарних грибів досягається при концентрації фітоалексинів – 100 мкг/мл [1].

Серед природних метаболітів плодів, що знищують або гальмують ріст фітопатогенів, найбільш активні фенольні речовини – флавоноїди, фенолкарбонові кислоти. Ці сполуки інгібують проростання спор, ріст міцелію і окремі біохімічні процеси в мікробній клітині [2].

Практичний висновок в тому, що для скорочення втрат урожаю через хвороби необхідно з одного боку – гальмувати розвиток мікроорганізмів, щоб зберегти здатність плодів продукувати антимікробні речовини, а з іншого – попереджувати інфекційні захворювання. До цього зводиться вибір оптимального режиму зберігання плодів – температури, відносної вологості повітря, газового складу, які впливають на живі об'єкти – плоди та мікроорганізми, що невід'ємно мешкають на їх поверхні.

Плоди чорної смородини характеризуються високою кислотністю (2,3–2,8%) і, відповідно, низьким значенням показника рН (2,9–3,1) [3]. А тому збудниками їх псування є перш за все плісеневі гриби та дріжджі [4]. Хоча за іншими даними [5] гриби, як збудники інфекційних захворювань, складають малочисельну групу.

Пліснявіння – основний вид псування плодів при зберіганні. Процес прискорюється з пошкодженням плодів при збиранні або транспортуванні. Внаслідок пліснявіння плодова м'якоть стає м'якою і непридатною для споживання.

На поверхні плодів є також фітопатогенні мікроорганізми [4]. Саме вони порушують природну й захисну систему плодів і створюють сприятливі умови для розвитку сапрофітної мікрофлори, що викликає гниття.

Rhizopus nigricans і близькі до неї види плісені викликають мокру гниль. Внаслідок ушкодження клітинних мембран витікає сік, його атакують інші види мікроорганізмів. Ушкоджена частина плоду представляє собою вологу кашоподібну масу з гострим запахом.

Плісені родини *Clasosporium* на плодах викликають суху гниль. Поверхня плоду стає сухою, покривається струпами, плоди легкі, всередині пусті.

Botrytis cinerea й інші види викликають сіру гниль. Вона поширюється на поверхні плоду у вигляді сірого міцелію висотою 1–2 мм, який формує багаточисельні розгалужені органи плодоношення, на кінцях яких сірі або сіро-коричневі конідії.

Збудниками псування плодів є дріжджі та бактерії. Дріжджі, які ростуть і розмножуються з великою інтенсивністю, призводять до швидкого псування плодів. Хвороби, що викликаються фітопатогенними бактеріями, називають бактеріозами. Зовні бактеріози плодів проявляються у формі гнилі – розм'якшення та руйнування тканин плоду під дією ферментів мікроорганізмів. Найчастіше збудниками псування плодів є бактерії *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas marginalis*.

Мікробіологічний стан плодів вивчено, проте, залежно від хімічних і фізіологічних властивостей видів плодів, кількісний та якісний склад мікробного населення значно відрізняється.

Зокрема, на поверхні яблук [6] загальне бактеріальне обсіменіння – $4,0 \cdot 10^4$, в т.ч. плісенних грибів і дріжджів – $1,2 \cdot 10^3$. Чисельність мікроорганізмів плодів нектарина [7]

залежно від сорту: бактерій – 60–70, грибів – 70–89 на 1см². Мікробіологічне обсіменіння плодів агрусу [8], залежно від сорту (колонійутворюючих організмів (КУО) в 1г): мезофільні аеробні і факультативно-анаеробні бактерії – від $0,9 \cdot 10^4$ до $3,2 \cdot 10^4$, плісєневі гриби – від $1,0 \cdot 10^1$ до $3,0 \cdot 10^1$, дріжджі – від $1,0 \cdot 10^1$ до $2,0 \cdot 10^2$.

Поверхнева мікрофлора плодів [9] представлена мезофільними аеробами і факультативно-анаеробними мікроорганізмами (КУО в 1г): слива – $2,1 \cdot 10^2$, малина – $5,0 \cdot 10^4$, чорниця – $7,2 \cdot 10^4$, порічка – $1,4 \cdot 10^5$, смородина чорна – $1,2 \cdot 10^4$; плісєневими грибами: слива – $3,1 \cdot 10^1$, малина – $4,9 \cdot 10^3$, чорниця – $2,4 \cdot 10^3$, порічка – $5,0 \cdot 10^3$, смородина чорна – $5,3 \cdot 10^3$; дріжджами: слива – $2,9 \cdot 10^2$, малина – $1,5 \cdot 10^3$, чорниця – $1,2 \cdot 10^4$, порічка – $3,1 \cdot 10^4$, смородина чорна – $1,2 \cdot 10^3$.

Серед мікрофлори винограду [10], залежно від сорту, мезофільні аеробні та факультативно-анаеробні бактерії (КУО в 1г) складають – від $3,0 \cdot 10^4$ до $1,5 \cdot 10^5$, плісєневі гриби – від $1,1 \cdot 10^3$ до $3,8 \cdot 10^3$, дріжджі – від $8,3 \cdot 10^3$ до $2,5 \cdot 10^4$.

Мікробіологічне забруднення свіжих слив [11] коливається від 5 до 130 в 1 г. Крім персика та айви, у плодах зерняткових і кісточкових культур, кількість дріжджів та плісєні невисока і знаходиться на одному рівні. На плодах абрикоса [12] відмічається підвищена кількість дріжджів – 400 клітин у 1 г.

Життєдіяльність мікроорганізмів залежить від умов в яких вони мешкають.

Значний вплив на розвиток мікроорганізмів має активна кислотність середовища. Лімітуюче значення рН для вегетативних клітин і спор бактерій відрізняється на одиницю та складає для вегетативних клітин – рН 3,5–4,1, для спор – 4,4–5,1 [13]. За іншими даними [5] вплив бактерій обмежується рівнем показника рН менше 4,5, діючим як інгібітор. Проте, враховуючи велику різноманітність бактерій, межі їх розвитку – рН 3,5–5,7 і навіть рН 7,5–8,0 [13].

Більшість плісєневих грибів розвиваються в продуктах із вищою кислотністю, ніж бактерії. Проте існуюча раніше думка про те, що плісєневі гриби активні переважно у висококислотних середовищах, зараз переглядається. Деякі плісєневі гриби здатні розвиватися в широких діапазонах рН, що лежить в кислій і лужній зонах. Так, спори *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. проростають відповідно при рН 2,1–8,4; 2,1–7,9; 6,0–9,4 [13].

З дріжджами пов'язані процеси бродіння та окислення субстратів. Обсіменіння плодів дріжджами збільшується протягом їх досягання.

Дріжджі кислотолюбиві організми і надають перевагу для розвитку середовищам з рН 5,0–5,5 [13]. За іншими джерелами [14] деякі види дріжджів можуть розвиватися і при рН 3,0. Проте, як вказує Н.А. Головкін [15], за високої кислотності плодів на них спочатку розвиваються дріжджі та плісєневі гриби. Після того як вони розкладуть кислоти, змінюючи рН, починається розвиток бактеріальної мікрофлори.

Температура середовища – важливий фактор розвитку мікроорганізмів. Більшість грибів відносяться до мезофільних організмів, що розвиваються при температурі 3–27°C, оптимальна температура для них – 16–27°C. Деякі плісєні (*Fusarium*, *Penicillium*, *Mucorales*, *Cladosporium*) можуть повільно рости при мінусових температурах (-3, -5°C). Нижня температурна межа розвитку плісєневих грибів знаходиться між -8 і -5°C [15].

Оптимальною температурою для нормального росту і розвитку дріжджів є 18–25°C, максимальною – 39–40°C, мінімальною – $1 \pm 6^\circ\text{C}$. Низькі температури (нижче 13–15°C) сильно затримують розвиток дріжджів [16]. Деякі раси дріжджів активні при температурах 5–10°C. За даними Н.А. Головкіна [15] культурні дріжджі і, особливо, активні раси при температурі нижче 0°C не розвиваються.

Більшість бактерій, що відносять до мікрофлори плодів, представлена спороутворюючими формами [18]. Але на плодах є і неспороутворюючі, як молочнокислі бактерії.

Температурний діапазон росту неспороутворюючих бактерій дуже широкий і залежно від виду коливається від 5 до 53°C [13], але оптимальна температура – 30–40°C. Враховуючи спороутворюючі бактерії, оптимум температури росту – 25–45°C. Зі зниженням температури до 10°C і 6°C розвиток бактерій гальмується і припиняється [16].

Стійкість мікробної клітини до охолодження залежить не тільки від виду і роду мікроорганізмів, а й від стадії їх розвитку, швидкості і температури. Бактерії, на відміну від плісневих грибів та дріжджів, значно гірше переносять зниження температури [19]. При температурних мінімумах, характерних для кожного з мікроорганізмів, їх активність не відмічена, але це ще не є ознакою повного їх відмирання. Відомі факти витримування мікробними клітинами температури -198°C [15].

Відмирання мікробних клітин найінтенсивніше відбувається в температурному діапазоні -5...-12°C, а подальше зниження температур уповільнює швидкість їх відмирання [19].

Отже, холодильне зберігання продуктів не призводить до повного знищення мікрофлори під час охолодження, а пригнічення життєдіяльності залежить від її виду і технологічних операцій. Псування продуктів за температур від 5 до -50°C, відбувається завдяки розвитку психрофільних мікроорганізмів [20].

На початку зберігання продукції відбувається поступове зниження мікробіологічного обмінення за рахунок відмирання мікроорганізмів, що не стійкі до дії холоду. За подальшого зберігання спостерігається тенденція до зростання мікробіологічної забрудненості внаслідок розвитку психрофітів, які адаптуються до дії низьких температур. Але відмиранню мікроорганізмів за знижених температур сприяє підвищення кислотності середовища [20].

На життєдіяльність мікроорганізмів впливає газовий склад середовища. Плісневі гриби – це аеробні мікроорганізми, але деякі види (*Cladosporium* sp.) здатні рости за зниженого вмісту кисню у середовищі. Ні один із плісневих грибів не є облігатним анаеробом. Для їх вегетативного росту необхідно менше кисню, ніж для розмноження. Більшість плісені плодоносить лише на повітряному міцелію [13].

Для росту плісневих грибів необхідний вміст в атмосфері діоксиду вуглецю. За повного його відсутності, ріст плісневих грибів пригнічується. Деякі види із роду *Fusarium* здатні рости при вмісті в атмосфері до 5% діоксиду вуглецю. Спори багатьох плісневих грибів можуть проростати при високих концентраціях діоксиду вуглецю. Зокрема, *Botrytis cinerea*, *Mucor* sp., *Aspergillus niger* – за вмісту 30% діоксиду вуглецю у повітрі [13].

Різні види і роди дріжджів значно відрізняються за характером обміну речовин. Більшість дріжджів, розвиваючись в анаеробних умовах, здатні викликати спиртове бродіння. В анаеробних умовах бродіння протікає дуже інтенсивно, але майже не спостерігається розмноження клітин дріжджів [16]. Кисень сильно пригнічує анаеробне дихання. У деяких дріжджів можна повністю подавити бродіння сильною аерацією [13]. Проте деякі дріжджі не можуть жити без доступу повітря, а тому вони ростуть тільки на поверхні субстрату, утворюючи нальоти або плівки.

Існують види дріжджів, які можуть одночасно здійснювати і бродіння, і окислення субстратів. У цих форм дріжджів обмін речовин легко змінюється зі зміною умов існування.

Мезофільні бактерії – є анаеробами і строгими анаеробами (*Cl. botulinum*). Спороутворюючі анаероби можуть розвиватися за вмісту 8–12% кисню, а деякі з них (аеротолерантні види) ростуть на поверхні середовища за атмосферного тиску [13]. Проте серед мікрофлори багатьох видів плодів зустрічаються мезофільні аероби і факультативно-анаеробні мікроорганізми. Аероби мають окислювальний тип метаболізму. Вони не розвиваються за відсутності кисню повітря. Факультативні анаероби здатні рости як в аеробних, так і в анаеробних умовах.

Неспороутворюючі молочнокислі бактерії – мікроаерофіли або анаероби. На поверхні поживних середовищ в аеробних умовах ростуть погано або зовсім не розвиваються, але добре ростуть в атмосфері з вмістом 5–10% CO₂ або анаеробних умовах.

Мікроорганізми по різному реагують на вологість середовища. Гриби здатні розвиватися при значно меншій вологості, ніж бактерії. Для бактерій мінімальна вологість середовища повинна бути не менше 30%, для грибів – 15%. Нижня межа вологості для деяких плісневих грибів може змінюватися залежно від температури. При цьому чим сприятливіша температура, тим за більш низької вологості розвивається організм. Межі вологості для розвитку міцелію і органів плодоношення деяких плісневих грибів можуть відрізнятися. Зокрема, утворення органів плодоношення спостерігається, зазвичай, за вищої вологості (96–100%), ніж міцелію (86–96%) [13].

Розвиток та активність мікроорганізмів за високої відносної вологості повітря сповільнюється або припиняється внаслідок зниження температури зберігання та зміни газового середовища, що виявляється у створенні анаеробних умов, які не прийнятні для переважної більшості мікроорганізмів.

З огляду на витривалість мікроорганізмів до умов середовища, ні один із існуючих способів зберігання свіжих плодів повною мірою не може забезпечити припинення життєдіяльності мікрофлори. Реалізація способів зберігання плодів у холодильнику в РГС або МГС за високої відносної вологості повітря потребує додаткового технологічного оснащення і також не гарантує збереження якості.

Зроблено спроби додаткової санітарно-гігієнічної обробки плодів. Зокрема, нанесення на поверхню плодів покриття з фунгітоксичними сполуками, речовинами антисептичної дії. Сучасні світові тенденції в харчовій промисловості посилюють намагання використати харчові добавки (консерванти), що мають антимікробну дію. Дозволено цілу низку консервантів, які не мають ризику для здоров'я людини. До їх списку в Європейському союзі відносять сорбінову та бензойну кислоти та їх солі, лимонну кислоту. Найповніше консерванти охарактеризовано в оглядовій роботі Еріха Люка та Мартіна Ягера [14].

Антимікробна дія сорбінової кислоти (E200) багатогранна. Вона пригнічує в клітинах мікроорганізмів різноманітні ферменти. Іншою її мішенню є клітинні мембрани. В клітину проникає переважно недисоційована кислота. Зокрема, при рН 3,15 у середину клітини переходить біля 40% кислоти, а при рН 7 в субстраті залишається 99%. Цей факт пояснює залежність дії сорбінової кислоти від рН. Для консервування харчових продуктів самою важливою, безумовно, є недисоційована частина кислоти.

Спектр дії сорбінової кислоти направлений, головним чином, 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 – рН 3,0–5,0, бактерій – рН 4,4–6,8. При рН 7,0 вона через дисоціацію майже не діє.

Сорбінова кислота в концентрації 0,05% консервує фруктові продукти. Часто обмежуються поверхневою обробкою розфасованої продукції. Як фунгіцидний компонент сорбінова кислота входить до складу плівкоутворюючих захисних покриттів. Зокрема, склад із полівінілового спирту (2%), сорбінової кислоти (0,02%) та хлориду кальцію (2%) ефективний для зберігання яблук, лимонів, апельсинів, слив [21].

Антимікробна дія бензойної кислоти (Е 210) пов'язана з її впливом на ферментну систему мікроорганізмів. Вона пригнічує ферменти у деяких бактерій і дріжджів, включається у цикл лимонної і бурштинової кислот.

Разом з тим бензойна кислота діє на клітинні мембрани. Стінки клітин проникні переважно для недисоційованої кислоти, що пояснює залежність ефективності її від значення рН. Антимікробну дію проявляє тільки недисоційована кислота. Через порівняно високі ($6,46 \cdot 10^{-4}$) константи дисоціації, бензойна кислота може бути використана для консервування сильно кислих продуктів.

Дія бензойної кислоти направлена, головним чином, проти плісневих грибів і дріжджів. Бактерії пригнічуються тільки частково. Гальмуюча дія бензойної кислоти проти плісневих грибів та дріжджів при рН 2,6–5,0, бактерій – рН 4,3–6,0.

Бензойна кислота – добрий консервант для кислої фруктової продукції. Завдяки невисокої вартості, вона широко використовується у вигляді добре розчинного бензоату натрію. Його доза – 0,1–0,13% захищає фруктові пюре від пліснявіння і бродіння, а концентрації 0,05–0,2% – сік залежно від виду і строку зберігання. В безалкогольних напоях бензоат натрію в концентрації 0,02% слугує дешевим додатковим фактором захисту проти дріжджів.

Лимонна кислота (Е 330) – натуральний харчовий продукт, має низький рівень токсичності. Це найбільш м'яка за смаком кислота, не має їдучої дії на слизові оболонки дихального та травного тракту, без запаху, а тому широко застосовується як столова добавка та консервант у багатьох галузях харчової промисловості [22].

Лимонна кислота – регулятор кислотності, антиокислювач і синергіст антиокислювачів. Найбільша її перевага в тому, що вона є сильним комплексоутворювачем і дає важковсмоктуючі комплекси з важкими металами, в т. ч. свинцем і кадмієм. Наявність лимонної кислоти попереджує продукти від розкладу в них слідів важких металів [23]

Відмінні смакові властивості лимонної кислоти роблять її ідеальним компонентом для виробництва напоїв, у т. ч. сухих шипучих, харчових концентратів, морозива, фруктових, деяких видів рибних консервів та у виноробстві [25]. Умовно допустима для людини концентрація лимонної кислоти в харчових продуктах – 60–120 мг/кг маси.

Антимікробна дія лимонної кислоти пов'язана з найбільшим впливом на бактерії і слабким на плісені та дріжджі. Пригнічення їх відбувається за рН 3,5–4,0. При рН до 3,0 антимікробна дія посилюється в 10–100 разів [14].

У харчовій промисловості досить широко використовується етиловий спирт. Його властивості визначаються будовою гідроксильної групи, характером її хімічних

зв'язків, будовою вуглецевих радикалів і їх взаємним впливом. Етиловий спирт не має кислотних властивостей і не є лугом. Реакція етилового спирту нейтральна [24].

У присутності спирту проходить денатурація білків і багатьох інших органічних колоїдів, тому його водні розчини (особливо вище 70%) мають бактерицидні властивості [17]. Антисептична, знезаражувальна дія спирту використовується в медицині.

Отже, результат зберігання плодів знаходиться у прямій залежності від їх витривалості до мікроорганізмів, чисельність яких можна значно скоротити внаслідок дії речовин з антимікробними властивостями.

Мета роботи – обґрунтувати концентрації розчинів речовин антимікробної дії для післязбиральної обробки плодів чорної смородини та встановити її вплив на тривалість зберігання та якість продукції.

Роботу виконано впродовж 2003 року в Уманському національному університеті садівництва. Предмет дослідження – плоди чорної смородини сортів Минай Шмирьов, Білоруська солодка, Багіра Кентавр, Сміла, вирощені на плантації навчально-науково-виробничого відділу університету.

Плоди з китицями споживчого ступеня стиглості збирали в суху погоду, після того як спаде роса, в ящики-лотки № 5,2 масою близько 4 кг.

Зберігання плодів здійснювали в неохолоджуваному сховищі за температури 16°C та відносної вологості повітря близько 85% в умовах звичайного газового середовища. Опісля 10–12-годинного охолодження, плоди обробляли 0,5% розчином лимонної та сорбінової кислот, 0,7% розчином бензоату натрію, етиловим спиртом (95,5%). Після обвітрювання та видалення залишку розчинів з плодів, їх пакували в тару. Закладали на зберігання плоди без обробки (контроль). Повторність п'ятиразова.

На плодах чорної смородини до та після обробки визначали мікробіологічне обсіменіння [25]. Товарну оцінку плодів проводили згідно ГОСТ 6829-89, «Смородина черная свежая». Критерій зняття плодів зі зберігання – втрати маси не більше 8%.

У модельному досліді визначали активну кислотність (рН) розчинів антимікробної дії різних концентрацій на приладі рН-150.

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

У роботі [14] наведено мінімально ефективні концентрації речовин у відношенні деяких бактерій, плісені і дріжджів, що беруть участь у псуванні харчових продуктів. Їх одержано на поживних середовищах. Для практичного застосування ці дані мають орієнтовне значення. Так, гальмуюча дія сорбінової кислоти на фруктових продуктах проявляється за мінімально ефективною концентрації: проти бактерій – до 0,1%, для плісневих грибів та дріжджів – до 0,5%. Більш високі концентрації погіршують смак і запах продуктів, а концентрація нижче 0,03% не ефективна.

Мінімально ефективні концентрації бензоату натрію у відношенні до бактерій – до 0,5%, плісневих грибів і дріжджів – 0,5–0,7%. З бензоатом натрію може бути пов'язана небезпека присмаку в продуктах.

Гальмуюча дія лимонної кислоти на мікроорганізми пов'язана з регулюванням рН середовища. Вміст її у фруктових продуктах 0,1–0,7%. Особливо посилюється дія

лимонної кислоти при зниження рН до 3,0 і нижче проти бактерій. У порівнянні з іншими консервантами дія лимонної кислоти на плісені і дріжджі – слабка.

Результати досліджень. Оскільки існує факт залежності дії кислот від рН середовища, нами приготовлені розчини кислот, що за концентрацією знаходились в межах спектру дії на мікроорганізми.

1. Залежність активної кислотності (рН) від концентрації розчину речовин із антимікробними властивостям*

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. Антимікробні властивості його пов'язані виключно зі знезаражувальною, бактерицидною дією.

За даними табл. 1 гальмуюча дія сорбінової кислоти в концентрації 0,5% ефективна при рН 3,16. Зниження рН середовища до 3,10 за рахунок концентрації сорбінової кислоти до 0,6% не є суттєвим. Антимікробна дія бензоату натрію в наведених розчинах в концентрації 0,7% – найвища, що пов'язано з найнижчим рН 6,4. Підвищення концентрації розчину бензоату натрію не має сенсу, так як рН середовища суттєво не знижується.

Найвищі антимікробні властивості за рН середовища з лимонною кислотою. Концентрація розчину лимонної кислоти в 0,5% знижує рН до 2,31, що практично перебиває всі ефективні межі для пригнічення дії мікроорганізмів.

Отже, мінімально ефективні концентрації речовин з антимікробними властивостями, що рекомендовано в літературі [14], узгоджуються з їх рН. Гальмуюча дія речовин, що мають рН 2,31 (0,5% розчин лимонної кислоти), рН 3,16 (0,5% розчин сорбінової кислоти), рН 6,40 (0,7% розчин бензоату натрію), позначиться на результатах обробки плодів. Крім того, слід враховувати і властивості речовин, які також мають свій внесок в антимікробну дію.

За даними табл. 2 обробка плодів чорної смородини різко (в 13–50 разів) знизилася їх мікробіологічне обсіменіння. Крім того, антимікробна дія розчинів суттєво відрізнялась. Якщо кількість мікроорганізмів на плодах, що оброблено розчинами сорбінової кислоти та бензоатом натрію, знизилася відповідно в 20 і 13 разів, то з обробкою етиловим спиртом в 33 рази, а розчином лимонної кислоти – в 50 разів.

2. Мікробіологічне обсіменіння плодів чорної смородини сорту Минай Шмирьов, КУО в 1 г

Спосіб обробки	Загальне обсіменіння	Переважає більшість мікроорганізмів
Без обробки (контроль)	$5,0 \cdot 10^3$	Бактерії, плісєневі гриби, дріжджі
Бензоат натрію (0,7% розчин)	$3,0 \cdot 10^2$	Бактерії, плісєневі гриби
Сорбінова кислота (0,5% розчин)	$2,5 \cdot 10^2$	Плісєневі гриби
Лимонна кислота (0,5% розчин)	$1,0 \cdot 10^2$	Плісєневі гриби
Етиловий спирт (95,5%)	$1,5 \cdot 10^2$	Дріжджі
НІР ₀₅	$1,6 \cdot 10^2$	

Найвищі антисептичні властивості проявляла лимонна кислота. Кількість мікроорганізмів на поверхні плодів смородини з її обробкою була нижчою в 1,5 рази, порівняно з плодами обробленими етиловим спиртом та 2,5–3,0 рази, ніж із обробкою сорбіновою кислотою і, особливо, бензоатом натрію. Добрі результати мала обробка плодів етиловим спиртом – обсіменіння мікроорганізмами в 1,7–2,0 рази нижче, ніж із обробкою розчинами сорбінової кислоти та бензоату натрію.

Одержані результати закономірні. Переважає більшість мікробіологічного „населення” плодів чорної смородини представлено бактеріями, менша – плісєневими грибами і дріжджами. Розчин лимонної кислоти, що має найнижчий рН (2,31) виявив найвищу гальмуючу дію на мікроорганізми. На плодах переважно залишились плісєневі гриби.

Досить позитивною була бактерицидна дія етилового спирту – серед залишкової мікрофлори переважали дріжджі. Антисептична дія розчину сорбінової кислоти, виявилась достатньою для пригнічення бактерій, але недостатньою – для плісєневих грибів. На плодах після обробки розчином бензоату натрію, окрім плісєневих грибів, залишались у переважній більшості бактерії. І це природно, адже показник рН 6,4 розчину бензоату натрію виявився досить високим для дії на бактерії та недостатньо ефективним – проти плісєневих грибів. Отже, антимікробні властивості речовин переважно пов’язані з рН середовища та бактерицидними властивостями етилового спирту. Вплив післязбиральної обробки плодів чорної смородини на тривалість зберігання наведено в табл. 3.

3. Тривалість зберігання плодів чорної смородини в неохоложеному сховищі, діб

Сорт	Без обробки (контроль)	Обробка речовинами антимікробної дії			
		Сорбінова кислота (0,5% р-н)	Лимонна кислота (0,5% р-н)	Бензоат натрію (0,7% р-н)	Етиловий спирт (95,5%)
Минай Шмирьов	7	10	14	10	12
Білоруська солодка	7	10	14	10	12
Багіра	6	9	12	9	11
Сміла	5	8	10	8	10
Кентавр	6	9	12	8	11
НІР ₀₅		2			

За даними табл. 3 тривалість зберігання плодів чорної смородини без обробки складала 5–7 діб. Суттєвих відмінностей за сортами не відмічено, за винятком плодів

сорту Сміла. З обробкою плодів розчинами речовин антимікробної дії, тривалість їх зберігання збільшувалась до 8–14 діб або в 1,4–2,0 рази. Найкращі результати одержано з обробкою плодів етиловим спиртом і розчином лимонної кислоти. Проте тривалість зберігання плодів чорної смородини усіх сортів, що досліджували, з обробкою 0,5% розчином лимонної кислоти стабільно вдвічі більша.

Особливості сорту позначилися на ефективності зберігання. Плоди сортів Минай Шмирьов, Білоруська солодка мали кращі потенційні можливості до зберігання. Це відмічалось у всіх дослідних варіантах і, особливо, з обробкою розчином лимонної кислоти. Найменша тривалість зберігання плодів сорту Сміла – в 1,2–1,4 рази нижча від плодів інших сортів.

Близькі за лежкістю плоди сортів Багіра та Кентавр. Проте плоди цих сортів все ж менше зберігалися, ніж плоди сортів Минай Шмирьов та Білоруська солодка. Товарну оцінку плодів чорної смородини після зберігання наведено в табл. 4.

4. Товарна оцінка плодів чорної смородини після зберігання в неохолоджуваному сховищі

Сорт	Товарний стан продукції	Без обробки (контроль)	Варіант досліджу			
			Обробка речовинами антимікробної дії			
			Сорбінова кислота (0,5% р-н)	Лимонна кислота (0,5% р-н)	Бензоат натрію (0,7% р-н)	Етиловий спирт (95,5%)
Минай Шмирьов	стандартна	48,9	56,8	68,2	58,1	64,5
	нестандартна	43,6	36,2	27,6	34,7	31,1
	відходи	7,5	7,0	7,2	7,2	5,4
Білоруська солодка	стандартна	50,3	60,7	71,1	59,2	66,2
	нестандартна	42,9	33,1	25,1	34,6	29,4
	відходи	6,8	6,2	3,8	6,2	4,4
Багіра	стандартна	48,4	55,5	67,2	57,7	62,0
	нестандартна	44,0	37,3	27,8	35,1	32,8
	відходи	7,6	7,2	5,0	7,2	5,2
Сміла	стандартна	47,8	56,2	66,0	55,7	62,3
	нестандартна	44,4	36,4	28,4	36,8	31,9
	відходи	7,8	7,4	5,6	7,5	5,8
Кентавр	стандартна	47,1	54,4	65,4	56,2	60,8
	нестандартна	45,4	38,6	29,1	36,7	33,4
	відходи	7,5	7,0	5,5	7,1	5,8

$НІР_{05}$ стандартна = 1,8; $НІР_{05}$ нестандартна = 2,4; $НІР_{05}$ відходи = 0,8.

Після закінчення зберігання плодів без обробки (контроль) 43–50% продукції через розм'якшення, втрату тургору зараховано до нестандартної. Відходи склали 6,8–7,8%. Найкращої якості плоди сорту Білоруська солодка, найгіршої – сорту Сміла.

Післязбиральна обробка плодів чорної смородини достовірно підвищувала якість продукції зі збільшенням тривалості зберігання. У всіх варіантах кількість стандартної продукції складала 54–66%, до нестандартної перейшло 25–39%, відходи на рівні – 3,8–7,4%. Практично кількість стандартної продукції на 15–32% більша, а нестандартної – в 1,3–1,7 рази менша. Частка відходів знизилася на 5–80%.

Проте серед дослідних варіантів суттєво виділялися плоди з обробкою 0,5% розчином лимонної кислоти та етилового спирту. У плодах з їх обробкою вихід стандартної продукції – 65–71%, частка нестандартної – 25–29% з мінімальними відходами 3,8–5,6% (сорт Минай Шмирьов – 7,2%).

У плодах оброблених етиловим спиртом, порівняно з обробкою 0,5% розчином лимонної кислоти, кількість стандартної продукції на 7–8% менше – 61–66%. Рівень нестандартної продукції знизився на 14–16% і складав 29–33%. Кількість відходів переважно збільшилась на 4–15% і становила 4,4–5,8%, а в плодах сорту Минай Шмирьов навіть була нижчою на 30% (5,4% проти 7,2%).

Різниця між товарним станом плодів оброблених 0,5% розчином сорбінової кислоти та 0,7% розчином бензоату натрію не значна. Проте в плодах з обробкою 0,5% розчином сорбінової кислоти вихід стандартної продукції на 2–4% більший, а нестандартної – на 3% менший.

За товарною оцінкою перевагу мали плоди сортів Білоруська солодка, Минай Шмирьов. Дещо нижчої якості були плоди сортів Сміла та Кентавр.

Обробка плодів чорної смородини речовинами антимікробної дії не представляє небезпеки. Лимонна кислота та етиловий спирт є природними метаболітами плодів, а залишкова кількість антисептиків складала: сорбінової кислоти – 0,007 мг/г, бензоату натрію – 0,016 мг/г.

Висновок. Теоретично обґрунтовано та практично встановлено переваги післязбиральної обробки плодів чорної смородини речовинами антимікробної дії при зберіганні. Найефективніша обробка плодів 0,5% розчином лимонної кислоти. Відбираючи сорти чорної смородини Білоруська солодка та Минай Шмирьов, тривалість зберігання плодів збільшується в 2 рази – до 14 діб. Вихід стандартної продукції складає 70%, відходи – близько 4%.

Список використаних джерел

1. Метлицкий Л.В. Биохимические аспекты хранения урожая // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1982 – №7. – С. 8–14.
2. Микроорганизмы – возбудители болезней растений: Справочник. – Под ред. В.И. Билай. – К.: Наукова думка, 1988. – 549 с.
3. Осокіна Н.М. Формування вмісту та складу органічних кислот у плодах чорної смородини // „Наукові доповіді НАУ” 2007 – 1(6).– Доступний з: <<http://www.nbuv.gov.ua/e-Journals/nd/2007-1/07onmibc.pdf>>.
4. Флауменбаум Б.Л. Танчев С.С., Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 493 с.
5. Верещагин Л. Вредители и болезни плодовых и ягодных культур. – К.: Юнивест Маркетинг, 2003. – 273 с.
6. Добровольский В.Ф. Свежие фрукты и овощи в питании космонавтов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – №8. – С. 23–27.
7. Влияние режимов замораживания и продолжительности хранения на микрофлору плодов нектарина / Ермолина А.В., Дженеева Э.Л., Беленко Е.Л., Дерновой С.Ю. // Садоводство и виноградарство. – 1993. – №6. – С. 10.

-
8. Авилова С.В., Гладков М.В., Шишкина Н.С. Быстрое замораживание ягод крыжовника новых сортов // Производство и реализация мороженого, быстрозамороженных продуктов. – 2004. – №2. – С. 24–27.
 9. Криогенное замораживание ягод, плодов и овощей / Шишкина Н.С., Лежнева М.Л., Карастоянова О.В. и др. // Производство и реализация мороженого, быстрозамороженных продуктов. – 2004. – №6. – С. 34–37.
 10. Кюрчева Л.Н. Обоснование критериев пригодности столового винограда к низкотемпературному замораживанию: Дис. ... канд. с.-х. наук: 05.18.03.– К., 2007. – 142 с.
 11. Моисеева Е.А., Буканова А.А., Мичушкова Л.А. Микробиология быстрозамороженных овощей // Сб. науч. тр. "Новое в технологи мясных, молочных и растительных продуктов". – М.: ВНИКТИХолодПром, 1983. – 34 с.
 12. Микробиологическое исследование пищевых продуктов / Баландина Г.А., Буканова А.А., Мичушкова Л.А., Верченко Л.А. // Холодильная техника. – 1990. – № 12. – С. 51–53.
 13. Анализ и оценка качества консервов по микробиологическим показателям / Под ред. Н.Н. Мазохиной-Поршняковой. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 470 с.
 14. Люк Эрих, Ягер Мартин. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение: Пер. с нем. – Санкт-Петербург: ГИОР, 2000. – 255 с.
 15. Головкин Н.А. Холодильная технология пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 238 с.
 16. Литовченко О.М., Токар А.Ю. Виноробство із плодів та ягід. – Умань, 2007. – 428 с.
 17. Скрыпник В.В. Фруктаны. – К.: Изд-во УСХА, 1991. – 96 с.
 18. Справочник технолога плодоовощного консервного производства. Под ред. В.И. Рогачева. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 408 с.
 19. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и технологии. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 443 с.
 20. Кротов Е.Г., Гончаренко А.М., Юрченко С.И. Исследование изменений показателей качества и микробной обсемененности томатов и перцев при холодильной обработке и хранении в свежем виде // Сб. науч. тр. ЛТИ. – Л.: ЛТИ. – 1981. – С. 46–53.
 21. Убеева С.Г., Слесарь Л.Н., Луковникова Г.А. Сорбиновая кислота в качестве консерванта плодов сливы // Садоводство и виноградарство. – 1989. – №.. – С. 21–23.
 22. Лимонная кислота. – Доступный з: <[http://ru.wikipedia/org.|wiki|](http://ru.wikipedia.org/wiki/)>.
 23. Лимонная кислота. – Доступный з: <[http://www.neomart.ru|limonka.phtml](http://www.neomart.ru/limonka.phtml)>.
 24. Этанол.– Доступный з:<[http://rkat.Flirzy.com|4371.html](http://rkat.flirzy.com/4371.html)>.
 25. 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.

Теоретически обосновано и практически установлено положительное влияние послеуборочной обработки ягод черной смородины растворами лимонной (0,4%), сорбиновой (0,5%) кислот, бензоата натрия (0,7%) и этилового спирта (95,5%) на их лежкость. Преимущества обработки лимонной кислотой – в увеличении в 2 раза продолжительности хранения ягод с обеспечением их качества и безопасности.

The positive influence of postharvest treatment of black currant with the solutions of lemon (0,4%), sorbic (0,5%) acids, benzonatrium (0,7%) and ethyl spirit (95,5%) on keeping quality is substantiated. The advantages of treatment with lemon acid are in the double increasing of the duration of storage of fruits and in the ensuring of their quality and safety.