

Визначення впливу обробки біопрепаратами перед зберіганням на збереженість буряка столового

Л. М. Пузік, В. К. Пузік, В. А. Бондаренко, Л. О. Гайова, Н. О. Любимова, Г. І. Сухова, Н. О. Дідух, Г. Я. Слободяник

Проведені дослідження ставили за мету вивчення збереженості буряка столового залежно від обробки біопрепаратами перед зберіганням, що дозволить подовжити тривалість його споживання.

Досліджено дію водних розчинів біопрепаратів Фітоспорин та Гамаір в концентраціях 0,2 %, 0,3 % і 0,5 % на інтенсивність втрат якості коренеплодів буряку столового під час зберігання.

Встановлено, що обробка біопрепаратами зменшила загальні втрати маси коренеплодів Зепо F₁ на 7,9–10,3 %, Карилон F₁ на 6,8–7,7 %. Добові втрати маси необроблених коренеплодів від ураження мікроорганізмами коливались від 0,08±0,01 % за температури зберігання 1±1 °С до 0,1±0,01 % за температури зберігання 15±1 °С відповідно.

Вміст цукру в коренеплодах без обробки біопрепаратами впродовж зберігання зменшується на 21,6–25,0 %. Обробка коренеплодів 0,3 %-им розчином Фітоспорину зменшує втрати цукру впродовж 150 діб за температури зберігання 1±1 °С на 3,7–6,5 %, а 0,3 %-им розчином Гамаіру – на 8,8–12,8 %.

Втрати вітаміну С коливались від 39,4 % до 41,2 % відносно початкового вмісту у контрольному варіанті. Обробка Фітоспорином зменшила втрату вітаміну С до 17,4 % у Зепо F₁ та 25,4 % у Карилон F₁, Гамаіром – до 28,0 та 29,3 % відповідно. За температури зберігання 15±1 °С впродовж 90 діб вміст вітаміну С зменшився в 1,5–1,8 рази.

Встановлено, що збереженість буряку столового залежить від форми коренеплоду. За температури зберігання 1±1 °С втрати маси коренеплодів циліндричної форми становлять 5,1 %, округлої форми – 5,4 %. Вихід товарної продукції коливається від 74,2 до 82,9 % у гібрида Карилон F₁, у Зепо F₁ округлої форми 73,3–80,5 % залежно від температури зберігання.

Спосіб оброблення коренеплодів буряку столового перед зберіганням біопрепаратами дозволяє використовувати Фітоспорин та Гамаір для післязбиральної обробки овочевої сировини. У розробці нових, низьковитратних, екологічно чистих і доступних технологій це є важливим прийомом.

Ключові слова: буряк столовий, зберігання, біопрепарати, збереженість, компоненти хімічного складу, ураження мікроорганізмами.

1. Вступ

Буряк столовий за своїми смаковими та лікувальними властивостями займає одну з провідних позицій серед овочів. Його коренеплоди зберігають протягом тривалого часу та використовують для різних видів переробки. Завдяки

оригінальному набору поживних речовин та харчових компонентів вони є необхідним продуктом харчування для людей різного віку. Це цінний продукт для дитячого й дієтичного харчування, оскільки містить легкозасвоювані поліпептиди, незамінні амінокислоти та вітаміни, багато мінеральних речовин, харчових волокон [1].

Втрати вирощених коренеплодів на стадіях сортування, транспортування і зберігання великі і істотно знижують рентабельність підприємств переробки, торгівлі та громадського харчування. При цьому застосування традиційних технологій зберігання при дотриманні стандартних умов в сховище (відносна вологість повітря і температура) не завжди забезпечує досить низьку величину втрат. У той же час, в процесі транспортування, реалізації в торговельній мережі або переробки на підприємствах громадського харчування, після зняття з тривалого зберігання, втрати досить значні. Втрати обумовлені зміною температури і відносної вологості повітря. Такі коренеплоди більшою мірою схильні до мікробного псування.

Вдосконалення технології зниження втрат коренеплодів на всіх етапах просування до споживача є актуальним.

Наразі, з метою скорочення втрат при зберіганні рослинної сировини використовуються різні технології – регульована газове середовище, обробка хімічними реагентами, біологічними препаратами. Застосування біологічних препаратів може підвищити ефективність обробки, дбати про безпеку товарної якості, збільшити спектр контрольованих фітопатогенних мікроорганізмів і зменшити ймовірність розвитку резистентності. У розробці нових, низьковитратних, екологічно чистих і доступних технологій це є важливим прийомом.

Отже, застосування антимікробних препаратів для подовження періоду споживання свіжої овочевої продукції є актуальним.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Застосування біопрепаратів Вітаплан, Екстрасол та Ризоплан подовжувало строк зберігання яблук, моркви та картоплі [2, 3]. Дослідники при цьому відзначають, що біопрепарати є важливим чинником, що запобігає мікробіологічному псуванню плодів і овочів за рахунок гальмування розвитку мікроорганізмів. У своїх роботах вони відзначають можливість застосування цих препаратів на більш широкому асортименті плодоовочевої продукції. Це дозволяє залучати біопрепарати в дослідження з подовження терміну зберігання коренеплодів буряка столового. Останні десять років засоби біологічного захисту рослин отримують все більшу поширеність в сільському господарстві. До переваг біологічних препаратів відносять екологічність (продукують бактеріями-антагоністами речовини не забруднюють ґрунт і урожай) і специфічність дії (висока ефективність проти певних видів фітопатогенних мікроорганізмів). Біопрепарати покращують польову схожість насіння, морфобіологічні характеристики проростків при проростанні, формування листкового апарату і інтенсивність фотосинтезу при розвитку і дозріванні насіння.

Основними біологічно здатними мікроорганізмами є деякі види триходерми і *Pseudomonas*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Arbuscular*

mycorrhizas, ендofітів, дріжджів і авірулентних або гіповірулентних штамів певних патогенів, лактобацил [4]. Але ефективність їх застосування пов'язана із конкурентною боротьбою з мікрофлорою, що вже населяє поверхню тієї чи іншої продукції. Широкого застосування набули біологічні препарати Гамаір, Фітоспорин, Алірін, Вітаплан, Псевдобактерин, Гліокладін, Лепідоцид, Боверин, Бактофіт та ін. Тому питання добору найефективнішого з них на певному виді плодовоовочевої продукції залишається відкритим.

У роботі [5] наведені дані із застосування антимікробних препаратів органічного походження. Дослідники обробляли цибулини часнику перед закладанням на зберігання біопрепаратами Гліокладін (Росія, ООО «АгроБиоТехнология») та Фітоспорин (Україна, ООО «НВП «БашИнком»). Гліокладін містить грибну культуру *Trichoderma harzianum* штам ВІЗР-18, а Фітоспорин містить штами бактерії *Bacillus subtilis* 26 Д. Встановлено, що обробка цибулин часнику цими біопрепаратами сприяла виходу товарної продукції через шість місяців зберігання на рівні 80–83 %. Це на 10,2 % більше, ніж у варіанті без обробки. Проте постає питання ефективності застосування цих препаратів на інших овочах, продуктові органи яких мають безпосередній контакт із ґрунтом. Наприклад, на коренеплодах буряка столового.

Pseudomonas syringae L-59-66 (комерційна назва BioSave) використовується для контролю післязбирального пошкодження качанів кукурудзи. Цей препарат зменшує ріст *Escherichia coli* O157: H7 на раневих тканинах яблука [6]. Застосування цього препарату є перспективним на коренеплодах, цибулинах та бульбах овочевих рослин. Оскільки для успішного зберігання після вилучення їх із ґрунту вони повинні пройти лікувальний період, впродовж якого утворюється рана тканина.

Встановлена ефективність біологічного контролю *Botrytis cinerea* на томатах штамми епіфітних дріжджів *Candida guilliermondii* 101 і US 7 і *Candida oleophila* I-182 [7]. Проте недоліком цієї роботи є відсутність досліджень на інших овочах. Оскільки сіра гниль є однією з розповсюджених хвороб, що псувають продукцію під час зберігання.

Відзначено скорочення сухої гнилі картоплі при обробці *Pseudomonas fluorescens* на 35 % і *Enterobacter cloacae* – на 26,5 %. Істотне зниження ступеня розвитку сухої гнилі картоплі відзначено при всіх способах обробки в порівнянні з необробленим контрольним зразком за інокулювання *Fusarium sambucini* [8]. Проте, перспективні біологічні препарати, створені на основі високоактивних штамів бактерій роду *Pseudomonas*, залишаються ще маловивченими в агроценозах та в умовах зберігання коренеплодів буряка столового. Це пов'язано з тим, що ці бактерії являють собою велику групу мікроорганізмів, що мають різні фізіолого-біохімічні властивості.

У дослідженні з коренеплодами моркви доведена ефективність препарату дріжджів (Shemer™) для зниження розвитку захворювань при її зберіганні. Комбіноване застосування обробки парою з наступною обробкою препаратом Shemer™ знижує мікробіологічну псування моркви, викликану грибком *Thielaviopsis basicola*, на 86 % в порівнянні з контролем [9].

Під час досліджень з яблуками та персиками [10] було встановлено, що застосування штаму *Pseudomonas graminis* CPA-7 запобігає зростання патогенних мікрорганізмів. Встановлено ефективне зниження кількості *E. Coli* O157: H7, *Salmonella*, *L. monocytogenes* і *Listeria innocua* на мінімально оброблених яблуках і персиках в лабораторних і виробничих умовах. Колір не змінювався, спостерігалось збільшення твердості. Але залишилися невирішеними питання, пов'язані з комбінованим використанням *Pseudomonas graminis* CPA-7 з іншими методами такими, як зберігання при знижених температурах і використання регульованих газових середовищ.

Обробка дині *Pseudomonas graminis* CPA-7 призвела до скорочення *Salmonella* і *L. monocytogenes* на нарізаній дині після 5 діб зберігання. В оброблених та необроблених зразках не було виявлено суттєвих відмінностей у змісті розчинних сухих речовин, титруємої кислотності, рН і твердості нарізаною дині. Крім того, зберігалися антиоксидантні властивості і вміст вітаміну С [11]. Виникає питання доцільності зберігання нарізаної дині протягом 5 діб зберігання.

Встановлено антагоністичні властивості штамів *Enterobacter cowanii* В-6-1 по відношенню до фітопатогенів томатів. Обробка *Enterobacter cowanii* В-6-1 концентрацією 1×10^5 КУО/мл дозволила знизити ураженість *Fusarium verticillioides*, *Alternaria tenuissima* і *Botrytis cinerea*. У досліджах встановлено, що *Enterobacter cowanii* може ефективно пригнічувати появу *B. cinerae* після збору томатів. Ефект від обробки культуральної рідиною концентрацією 1×10^9 КУО/мл досягає 95,24 %. *E. cowanii* володіє антагоністичним потенціалом проти *B. cinerea* на зібраних фруктах і овочах [12].

Як біологічний захист плодів томатів від сірої гнилі перед зберіганням застосовували на них бактерії *Bacillus amyloliquefaciens* та дріжджі *Pichia guilliermondii*, *Candida guilliermondii*, *C. Oleophila* та *Rhodosporidium paludigenum* [13]. Бульби картоплі перед зберіганням обробляли ізолятами *Bacillus spp.*, що дозволило до 8 місяців тримати бульби чистими від збудника сухої гнилі [14].

Цікавий спосіб підготовки картоплі до зберігання запропонувала фірма «Бейкер і Макензі» (США) [15]. За цією технологією картоплю для наступного її зберігання обробляють розчином перексиду водню. Така технологія є екологічно безпечною, запобігає втратам при ушкодженнях і гнитті, викликаних патогенними мікроорганізмами. Але у випадку тривалого зберігання доцільно проводити обробку картоплі розчином, через кожні кілька тижнів. Крім того, у проміжках між такими обробками, картоплю необхідно підтримувати в стерильному навколишньому середовищі й надлишковій вологості повітря.

Рядом досліджень зі збереження якості ягід суниць [16, 17] показано, що застосування біопрепаратів Триходермін, Планриз та Фітоцид під час зберігання овочів є ефективною екологічною альтернативою. Обробка біопрепаратами бульб картоплі сприяє зменшенню в 1,2–1,5 разів втрат маси, крохмалю та сухих речовин, що дозволяє отримати якісний посадковий матеріал та є економічно вигідною. Фітоспорін – мікробіологічний препарат на основі найактивнішої ендofітної бактерії *Bacillus subtilis* 26. Препарат призначений для захисту рослин від комплексу грибних і бактеріальних хвороб. Фітоспорін має подвійну

дію. Оскільки, з одного боку, знаходиться у міжклітинному просторі рослин, і, як ендofітна бактеріальна культура, конкурентно пригнічує розвиток багатьох патогенних мікроорганізмів усередині рослин. А, з іншого боку, в прикореневому ґрунтовому середовищі протягом вегетації, він пригнічує розвиток багатьох патогенів, у тому числі й кореневої гнилі.

Досліджували вплив таких мікробіопрепаратів, як Ампеломіцин, Вермикулен, Триходермін, Гаупсин і Планриз, на збереження картоплі при її тривалому зберіганні з охолодженням. Тривалість зберігання становила 145 діб. Результати досліджень показали, що всі препарати інгібували розвиток мікробіологічних процесів і сприяли зниженню інтенсивності дихання, що привело до зменшення природних втрат продукту та втрат від псування.

Зауважуємо, що застосування мікробних препаратів майже не потребує внесення змін в технології зберігання овочів. Основне – враховувати їх склад. За складом препарати – це живі мікроорганізми, з біологічно активними продуктами їх життєдіяльності. Тому мікробні препарати без дотримання обов'язкових умов їх зберігання та застосування можуть втратити свої властивості. Біологічні засоби призначені не для повного винищення шкідливого виду, а лише для зниження шкодочинності мікроорганізмів до прийняттого рівня. Біологічний метод розглядається як складова частина боротьби з шкідливими організмами.

Отже, під час вивчення питання щодо застосування біопрепаратів на овочевій продукції не виявлені дані щодо застосування їх на коренеплодах буряка столового для подовження терміну їх зберігання. Також відсутні відомості щодо застосування біопрепаратів для збереження якості коренеплодів та зменшення втрат під час короткострокового зберігання за підвищених температур. За сучасного широкого асортименту овочевої продукції це є невирішеним питанням, яке полягає у збереженні її якості впродовж тривалого строку, як за умов штучного охолодження, так і без нього.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою дослідження є визначення збереженості буряка столового залежно від обробки біопрепаратами перед зберіганням, що дозволить подовжити тривалість їх споживання.

Для досягнення поставленої мети вирішували такі задачі:

- визначити втрати маси коренеплодів буряку столового впродовж зберігання;
- дослідити зміну деяких компонентів хімічного коренеплодів буряку столового під час зберігання (загальний вміст цукру та вітаміну С);
- провести порівняльне оцінювання збереженості буряку столового залежно від виду біопрепарату.

4. Матеріали та методи дослідження збереженості якості коренеплодів буряку столового

Дослідження проводили з гібридами буряку столового Зепо F₁ та Карилон F₁ (виробник – Вежо Zaden Нідерланди). Коренеплоди Зепо F₁ округлі, вирівняні

за величиною, з гладкою поверхнею. Внутрішня частина однорідна, темно-бордового кольору, без яскраво виражених білих кілець. Гібрид довго зберігає товарний вигляд та має добрі показники транспортабельності. Зепо F₁ – універсальний гібрид: призначений для отримання раннього врожаю при першому посіві ранньою весною (кінець березня-квітень-початок травня) і для тривалого зберігання при другому посіві (кінець травня-середина липня). Коренеплоди Карилон F₁ призначені для зберігання, переробки і свіжого вживання. Коренеплоди циліндричної форми, вирівняні, внутрішня структура темно-червоного кольору без радіальних кілець, шкірка гладенька. Маленька коренева шийка і невелика листкова розетка забезпечують ідеальний вигляд товарної продукції. Маса коренеплоду 200–300 г.

Опис технологічного процесу підготовки буряка столового на зберігання наведено на рис. 1.

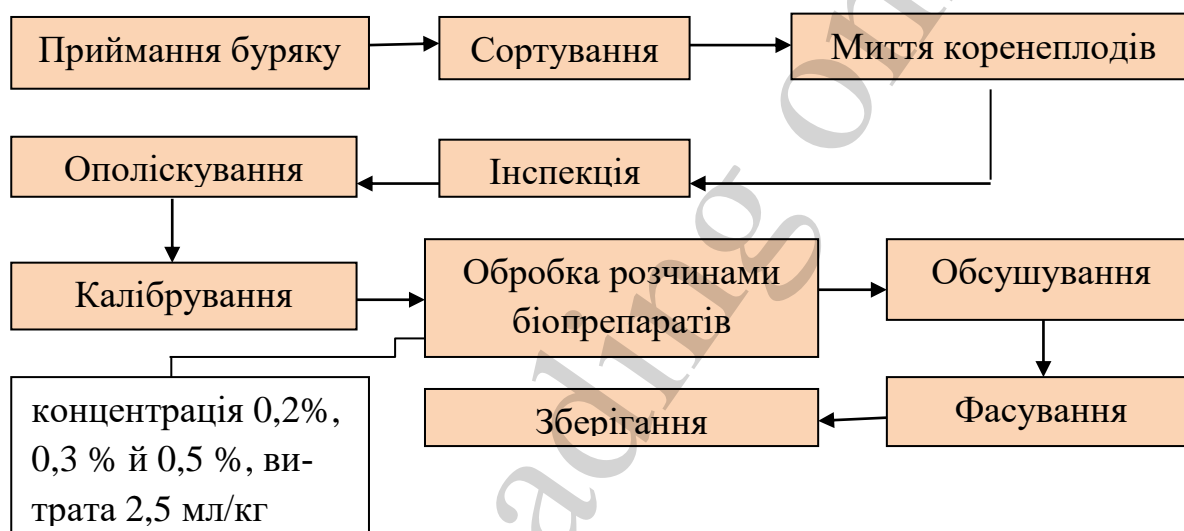


Рис. 1. Блок-схема підготовки буряку столового до зберігання

Зразки коренеплодів обробляли водними розчинами біопрепаратів Фітоспорин (Україна, ООО «НВП «БашИнком») та Гамаір (країна виробник Росія). Фітоспорин містить штами бактерії *Bacillus subtilis* 26 Д., Гамаір – (*Bacillus subtilis*, штам м-22 визр) в концентрації 0,2 %, 0,3 % і 0,5 %.

Норма витрату біопрепаратів 2,5 с мл/кг коренеплодів. Підготовлені коренеплоди обприскували робочим розчином і просушували. За контроль приймали необроблені коренеплоди. Коренеплоди зберігали за температури 1 ± 1 °С у сховищі з охолодженням та за температури 15 ± 1 °С, відносній вологості повітря – 80 ± 5 %. Коренеплоди зберігали у сітках, масою $5,0 \pm 0,1$ кг. Визначення вмісту деяких компонентів хімічного складу у коренеплодах буряку столового проводили згідно чинних державних стандартів [18, 19].

Зразок вилучали зі зберігання, якщо природні втрати маси сягали 10 % і більше та продукція мала ознаки ураження захворюваннями й фізіологічними розладами. У кінці зберігання визначали вихід стандартної продукції. Ідентифікацію збудників мікробіологічних хвороб проводили за морфологією збудника під мікроскопом.

В основу робочої гіпотези покладено припущення можливості застосування біопрепаратів для підвищення стійкості буряку столового під час зберігання.

Представлені в роботі дані є середнім значенням між трьома вимірюваннями. Статистичний аналіз проводився з використанням Microsoft Excel 2007 (США). Відмінності вважалися статистично значущими за рівня значущості $\alpha=0,05$.

5. Результати досліджень збереженості коренеплодів буряку столового

5.1. Визначення втрат коренеплодів буряку столового впродовж зберігання

Встановлено, що на поверхні коренеплодів існують епіфітні мікроорганізми представлені бактеріями, дріжджами та пліснявими грибами.

Найбільша кількість бактерій родів *Bacillus* и *Clostridium*. видів: *B. subtilis*, *B. mesentericus*, *B. megaterium* і *B. mycoides*. Пліснявігриби на поверхні коренеплодів представлені: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Sclerotinia* и *Botrytis*. Для буряку столового характерні такі захворювання бура гниль (збудник *Rhizoctonia solani*) и «кагатна гниль», (комплекс збудників: *Botrytis cinerea*, *Phoma betae*, грибами родів *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*).

Встановлено, що ефективною концентрацією для біопрепаратів Гамаір і Фітоспорин є концентрація 0,3 %. Збільшення концентрації до 0,5 % істотно не впливає на втрати маси коренеплодів під час зберігання (табл. 1).

Таблиця 1

Втрати маси коренеплодів буряку столового Зепо F₁ залежно від обробки біопрепаратами, % (60 діб зберігання)

Варіант	за температури зберігання 15±1 °С		за температури зберігання 1±1 °С	
	загальні втрати	від мікробіологічного псування	загальні втрати	від мікробіологічного псування
Без обробки (к)	8,5±0,4	5,3±0,3	2,7 ±0,5	1,5±0,3
Оброблені водним розчином Фітоспорину у концентрації, %:				
0,2	8,1±0,4	2,9±0,1	2,5±0,4	0,9±0,3
0,3	7,4±0,4	2,6±0,1	2,2±0,3	0,6±0,2
0,5	7,5±0,4	2,7±0,1	2,5±0,3	0,7±0,3
Оброблені водним розчином Гамаіру у концентрації, %:				
0,2	8,9±0,4	3,9±0,2	2,7±0,4	1,1±0,3
0,3	8,1±0,1	2,9±0,1	2,5±0,3	0,8±0,2
0,5	8,0±0,2	3,1±0,3	2,8±0,3	0,9±0,3

Отже, для обробки коренеплодів буряку столового перед зберіганням можна рекомендувати застосовувати водний розчин біопрепарату Фітоспорин і Гамаір в концентрації 0,3 %, температура розчину 23...25 °С, витрата препарату – 2,5 мл на 1 кг коренеплодів.

Під час зберігання коренеплодів відбуваються втрати маси за рахунок дихання і часткового випаровування води (природна втрати маси), проростання та розвитку мікроорганізмів. Зменшити ці втрати можливо післязбиральною обробкою коренеплодів біопрепаратами. Встановлено, що вихід товарної продукції також залежить від температури зберігання та особливостей гібрида (табл. 2).

Таблиця 2

Збереженість коренеплодів буряку столового залежно від обробки біопрепаратами, особливостей гібрида та температури зберігання, %

Варіант	Природні втрати маси	Коренеплоди уражені хворобами	Коренеплоди зі в'ялі, пророслі	Загальні втрати	Вихід товарної продукції
за температури зберігання 1 ± 1 °C, (150 діб)					
Зепо F ₁					
Без обробки (к)	5,4	12,3	1,8	19,5	80,5
Оброблені Фітоспорином	4,5	5,3	0,8	9,0	91,0
Оброблені Гамаіром	4,7	6,1	0,8	11,6	88,4
Карилон F ₁					
Без обробки (к)	5,1	10,4	1,6	17,1	82,9
Оброблені Фітоспорином	6,4	4,2	0,6	9,4	90,6
Оброблені Гамаіром	4,9	4,7	0,7	10,3	89,7
НІР ₀₅ фактор А	0,66	0,43	0,06	0,83	1,3
НІР ₀₅ фактор В	0,54	0,35	0,04	0,25	1,1
Сила впливу фактора А, %	73	58	53	31	87
фактора В, %	6	8	6	8	5
Варіація, %	12,8	47,6	11,8	27,6	21
за температури зберігання 15 ± 1 °C (90 діб)					
Зепо F ₁					
Без обробки (к)	15,3	9,5	1,9	26,7	73,3
Оброблені Фітоспорином	14,5	6,5	1,2	22,2	77,8
Оброблені Гамаіром	14,7	6,9	1,9	23,5	76,5
Карилон F ₁					
Без обробки (к)	15,0	9,2	1,6	25,8	74,2
Оброблені Фітоспорином	14,2	6,3	0,9	21,4	78,6
Оброблені Гамаіром	14,5	6,7	1,0	22,2	77,8
НІР ₀₅ фактор А	0,66	0,52	1,0	0,76	0,87
НІР ₀₅ фактор В	0,54	0,42	0,81	0,44	0,71
Сила впливу фактора А, %	39	91	17	41	86
фактора В, %	4	2	11	5	8
Варіація, %	4,2	19,2	70,6	14,2	2,9

Установлено, що під час зберігання коренеплодів буряку столового гібриду Зепо F₁ за температури 1±1 °С кількість загальних втрат становила 19,5 %. Обробка біопрепаратами зменшила загальні втрати коренеплодів на 7,9–10, %. Аналогічна закономірність спостерігалася за обробки коренеплодів гібриду Карилон F₁. Загальні втрати зменшувалися на 6,8–7,7 %.

Температура зберігання істотно впливала на втрати коренеплодів під час зберігання. Установлено, що добові втрати маси від ураження мікроорганізмами необроблених коренеплодів коливались від 0,08±0,01 % за температури зберігання 1±1 °С до 0,1±0,01 % за температури зберігання 15±1 °С. Обробка коренеплодів біопрепаратами зменшила втрати маси від ураження мікроорганізмами до 0,04±0,01 % та 0,07±0,02 % відповідно.

5. 2. Зміна компонентів хімічного складу коренеплодів буряку столового під час зберігання

Смакові, технологічні та споживчі властивості коренеплодів залежать від вмісту цукрів. Під час зберігання цукри витрачаються на проходження фізіологічних процесів (головним чином на дихання). На початку зберігання вміст цукрів може збільшуватися за рахунок гідролізу крохмалю, пектинових речовин, поліфенолів, геміцелюлози [20]. При подальшому зберіганні вміст цукрів зменшується. В коренеплодах буряку столового цукри представлені в більшій мірі сахарозою, менше моносахаридами (глюкозою та фруктозою). Встановлено, що вміст цукрів після зберігання залежить від попередньої обробки коренеплодів біопрепаратами та температури зберігання (рис. 2).

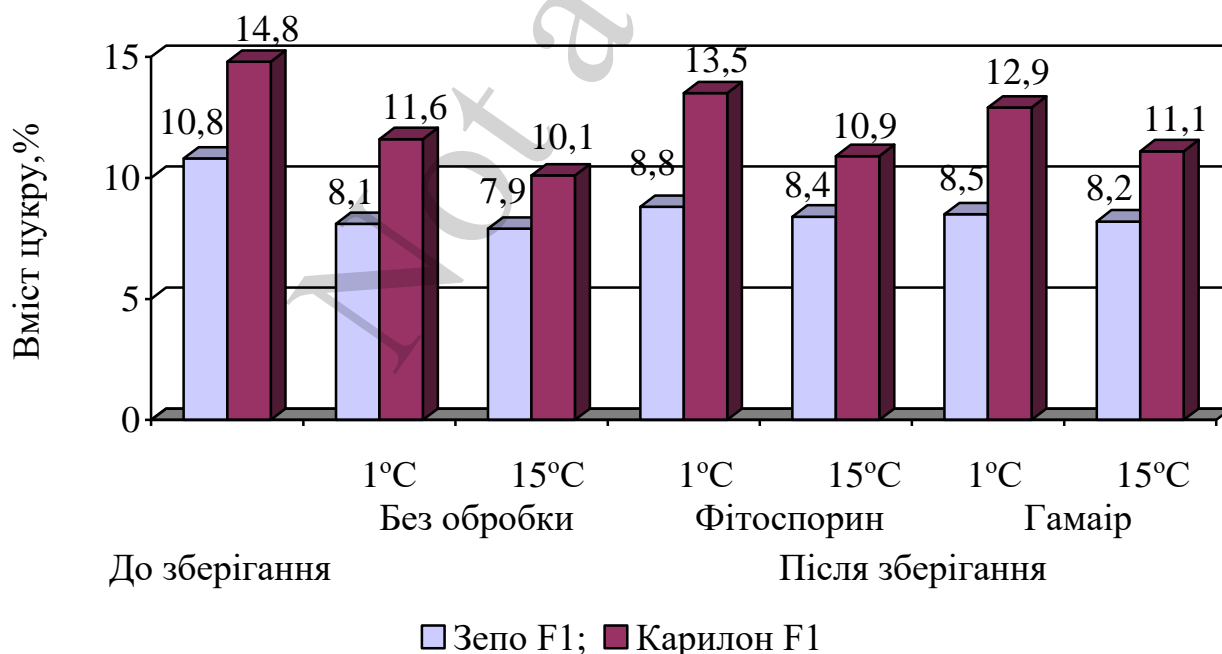


Рис. 2. Зміна вмісту цукрів у коренеплодах буряку столового залежно від обробки біопрепаратами, температури зберігання, %

Під час зберігання коренеплодів за температури зберігання 1 ± 1 °С впродовж 150 діб втрати цукрів істотно залежали від особливостей гібриду та виду біопрепарату. Необроблені коренеплоди втрачали від 21,6 % цукру (гібрид Карилон F₁) до 25 % (гібрид Зепо F₁) відносно початкового вмісту. Обробка Фітоспорином зменшила втрату цукрів відповідно до 8,8 % та 18,5 %. Обробка коренеплодів Гамаіром забезпечила зменшення втрати цукрів до 12,8 та 21,3 %. Отже, обробка коренеплодів перед зберіганням біопрепаратом Фітоспорин дозволяє зменшити втрати цукру під час зберігання за температури 1 ± 1 °С впродовж 150 діб на 3,7–6,5 % , препаратом Гамаір – 8,8–12,8 %.

У рослинній сировині аскорбінова кислота приймає участь в окислювально-водновловувальних реакціях які гальмують старіння клітинних мембран. Вітамін С не стійкий під час зберігання при дії на продукцію ультрафіолетових променів, важких металів, температури. Гальмування процесів життєдіяльності сприяє більшій стабільності вітаміну С [21].

Встановлено, що втрата вітаміну С залежить від температури зберігання, особливостей гібриду та виду біопрепарату (рис. 3).

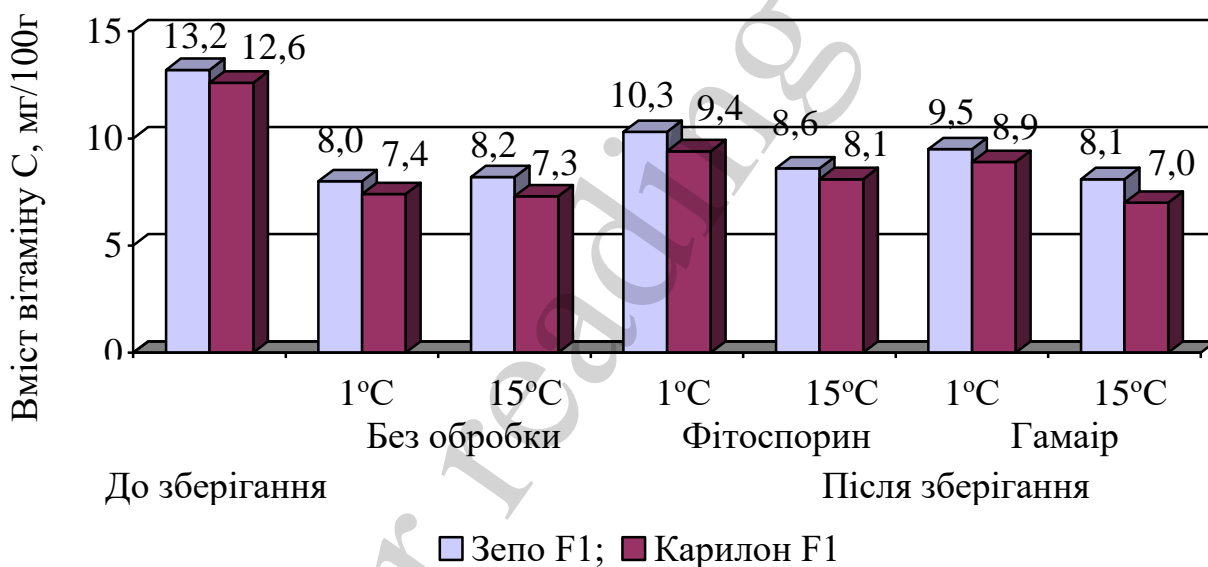


Рис. 3. Зміна вмісту вітаміну С у коренеплодах буряку столового залежно від обробки біопрепаратами, температури зберігання, мг/100 г

Під час зберігання коренеплодів за температури зберігання 1 ± 1 °С впродовж 150 діб втрати вітаміну С коливались від 39,4 до 41,2 % відносно початкового вмісту у контрольному варіанті. Обробка Фітоспорином зменшила втрату вітаміну С до 17,4 % у гібрида Зепо F₁ та до 25,4 % у гібрида Карилон F₁. Обробка коренеплодів Гамаіром забезпечила зменшення втрати вітаміну С до 28,0 та 29,3 % відповідно.

Підвищення температури під час зберігання інтенсифікує окисно-відновні процеси у продукції, що зберігається. Це призводить і до більш активної витрати вітаміну С, що є природним антиоксидантом. Інтенсивні окисно-відновні

процеси скорочують і тривалістч зберігання продукції. Таким чином, за температури 15 ± 1 °C вміст вітаміну С у коренеплодах вже за 90 діб зберігання був у 1,5–1,8 рази менше, ніж перед зберіганням.

5. 3. Порівняльне оцінювання збереженості буряку столового залежно від виду біопрепарату та особливостей гібриду

Смакові властивості та лежкість столового буряку залежать не тільки від сорту, але й від його форми коренеплоду. Сорти з плоскою формою дозрівають рано, збереженість їх задовільна, м'якоть переважно фіолетово-червона з більш-менш ясно вираженими білими кільцями, смак гарний, вміст сухих речовин 8–11 %.

Сорти з округлою й опукло-плоскою формою, представниками яких є Бордо і Носівський плоский, дозрівають трохи пізніше, ніж плоскі, мають гарні смакові якості, містять 10–12 % сухих речовин, добре зберігаються. Сорти буряку з конічною формою дозрівають пізно, дуже добре зберігаються, містять багато клітковини і мають волокнисту малосоковиту м'якоть, тому якість їх низька. у коренеплодах 12–16 % сухих речовин [1].

Встановлено, збереженість буряку столового залежить від форми коренеплоду. Коренеплоди гібриду Карилон F₁ циліндричної форми. Вміст цукрів – 14,8 %. Гібрид Зепо F₁ округлої форми, вміст цукрів 10,8 % (рис. 4–8).

Під час зберігання відбуваються втрати цукрів. Інтенсивність втрат залежить від особливостей гібрида тобто форми коренеплоду. У гібриду Карилон F₁ втрати цукру становлять 21,6 % від початкового вмісту. Гібрид Зепо F₁ зменшує вміст цукру на 25,0 %. Природні втрати маси корелюють з втратами цукрів. За температури зберігання 1 ± 1 °C втрати коренеплодів циліндричної форми становлять 5,1 %, округлої форми – 5,4 %. Аналогічна закономірність спостерігається з кількістю коренеплодів уражених мікроорганізмами. Протягом зберігання втрати коренеплодів від ураження мікроорганізмами становлять 10,4 у гібриду Карилон F₁ , та 12,3 % – у гібриду Зепо F₁. За температури зберігання 15 ± 1 °C втрати зростають відповідно до форми коренеплоду. Вихід товарної продукції коливається від 74,2 до 82,9 % у гібриду Карилон F₁, у гібриду Зепо F₁ округлої форми 73,3–80,5 % залежно від температури зберігання (табл. 2).

Під час зберігання коренеплодів виникає фузаріозна гниль (рис. 4). Симптоми захворювання характеризуються появою на поверхні уражених коренеплодів пухнатої грибниці білого, рожевого або червонуватого кольору. За підвищеної температури хвороба розвивається інтенсивно. Збудниками хвороби є гриби з роду *Fusarium Link.*

Чорна гниль (альтернаріоз) уражує коренеплоди з усіх боків. Спочатку утворюються вдавнені плями, які поглиблюються, тканина стає чорною (рис. 5).

Кагатна гниль коренеплодів є найбільш небезпечною під час зберігання коренеплодів. Залежно від видового складу збудників захворювання на поверхні ураженого коренеплоду утворюється наліт білого, рожевого, сірого, коричневого, зеленого та іншого відтінків. Уражена тканина також має різний колір і консистенцію (рис. 6).

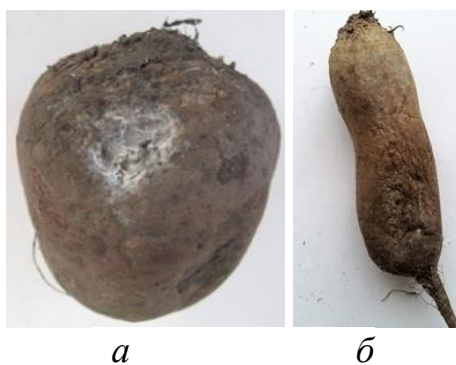


Рис. 4. Коренеплоди уражені фузаріозною гниллю: *a* – Зепо F₁; *б* – Карилон F₁



Рис. 5. Коренеплоди уражені чорною гниллю: *a* – Зепо F₁; *б* – Карилон F₁



Рис. 6. Коренеплоди уражені кагатною гниллю: *a* – Зепо F₁; *б* – Карилон F₁

Гниль може бути мокрою та сухою. Розвиток на коренеплодах кагатної гнилі призводить до втрати товарного вигляду продукції та до істотного погіршення або повної непридатності до будь-якого використання. Захворювання викликають гриби *Botrytis cinerea* Pers., *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.* Склад мікроорганізмів, що викликають хворобу, залежить від умов зберігання. *B. cinerea* розвивається тільки в умовах високої вологості, які створені в дослідженні. Більшість збудників хвороби є напівпаразитами і сапротрофами, які розвиваються на мертвій або ослабленій тканині. Дослідженнями встановлено, що кагатна гниль проявляється на коренеплодах, які містять механічні пошкодження (отримані під час збирання або транспортування врожаю), втратили тургор (зів'ялі)

Зовнішній вид буряку столового залежить від форми коренеплоду та обробки перед зберіганням біопрепаратами. Коренеплоди у гібриду Карилон F₁ циліндричної форми оброблені перед зберіганням біопрепаратами цілі, чисті, не зів'ялі, не уражені хворобами, без зайвої зовнішньої вологи, типові для ботанічного сорту (рис. 7). Коренеплоди гібриду Зепо F₁ на відміну від коренеплодів гібриду Карилон F₁ мають ознаки незначного в'янення, що не впливає на товарну якість.

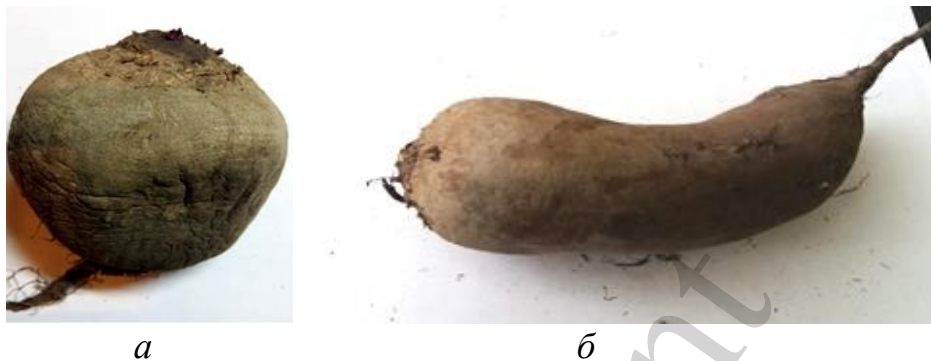


Рис. 7. Зовнішній вид коренеплодів на кінець зберігання оброблених перед зберіганням біопрепаратами: *а* – Зепо F₁; *б* – Карилон F₁

У контрольному варіанті присутні зів'ялі коренеплоди з ознаками зморшкватості (рис. 8).

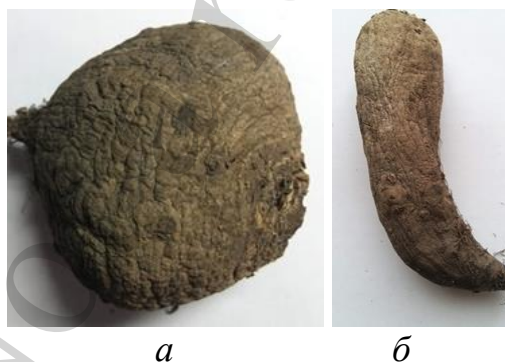


Рис. 8. Зовнішній вид коренеплодів на кінець зберігання – контрольний варіант: *а* – Зепо F₁; *б* – Карилон F₁.

На кінець зберігання у контрольному варіанті були одиничні коренеплоди уражені хворобами. Тканини, які втрачають тургор, легко пошкоджуються фітопатогенною мікрофлорою. Швидше в'яне хвостова частина коренеплодів, звідси і поширюються хвороби.

6. Обговорення результатів впливу біопрепаратів на збереження якості коренеплодів буряку столового

Всі коренеплоди, за виключенням редиски, дворічні культури. Їх загальна біологічна особливість – властивість знаходитись за зниженої температури в стані спокою, яке у коренеплодів не глибоке, а швидше вимушене.

Коренеплоди втрачають стійкість до хвороб при в'яненні. Запобігти в'яненню коренеплодів – одна з основних технологічних умов їх правильного збирання і зберігання.

Оброблення коренеплодів буряку столового перед зберіганням біопрепаратами зменшило кількість зів'ялих коренеплодів та уражених мікроорганізмами (табл. 2). Під час зберігання коренеплодів за температури 1 ± 1 °C у контрольному варіанті кількість зів'ялих плодів становила 1,6–1,8 %, уражених мікроорганізмами – 10,4–12,3 %. Обробка коренеплодів Фітоспорином зменшила кількість зів'ялих коренеплодів до 0,6–0,8 %, кількість уражених мікроорганізмами коренеплодів до 4,2–5,3 % залежно від гібриду. Результати двофакторного дисперсійного аналізу ураження коренеплодів буряку столового мікроорганізмами залежно від обробки біопрепаратами і особливостей гібриду свідчать про те, що різниця між варіантами досліду і контролем (на 5 %-ному рівні значущості) істотна ($НІР_{05\text{фактор А}}=0,43$ та $НІР_{05\text{фактор В}}=0,35$). Сила впливу обробки коренеплодів біопрепаратами на ураженість мікроорганізмами становить 58 %, особливостей гібриду 8 %. Кількість зів'ялих коренеплодів на 53 % залежать від обробки біопрепаратами і на 6 % особливостей гібриду. Температура зберігання 15 ± 1 °C збільшує кількість зів'ялих плодів та уражених мікроорганізмами. Отже, оброблення коренеплодів буряку столового біопрепаратами перед зберіганням дозволяє зменшити втрати та подовжити тривалість зберігання. Подібні результати були одержані обробкою столового винограду молочнокислими бактеріями *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* штам F17 та *Leuconostoc lactis* штам H52 значно пригнічувала розвиток плісені й дріжджів на ягодах. Це дозволило без втрат зберегти органолептичні показники винограду впродовж 20 діб за температури 8 °C. Нарізані яблука та листки салату, що були оброблені *Lactobacillus plantarum* та *Lactobacillus casei*, зберігали органолептичні показники за температури 8 °C впродовж 16 діб. Обробка плодів лічі *Lactobacillus plantarum* забезпечила збереження маси та органолептичних показників впродовж 21 доби за температур 8 °C [22]. Молочнокислі бактерії під час своєї життєдіяльності виділяють карбонові та жирні кислоти, етанол, діоксид вуглецю, перекис водню та інші речовини, що мають бактерицидну дію [23].

Бульби картоплі перед зберіганням обробляли ізолятами *Vacillus* spp., що дозволило до 8 місяців тримати бульби чистими від збудника сухої гнилі [24]. Використання *Aureobasidium pullulans* PL5 в 2 рази знижувало втрати слив та персиків від бурої гнилі, а яблук – від голубої і сірої плісеней [25].

Обробка біопрепаратами істотно зменшувала природні втрати коренеплодів під час зберігання (табл. 2). ($НІР_{05\text{фактор А}}=0,66$, $НІР_{05\text{фактор В}}=0,54$). Дисперсійним аналізом встановлено, що обробка біопрепаратами на 73 % впливає на природні втрати маси коренеплодів під час зберігання за температури 1 ± 1 °C, підвищення температури зберігання до 15 ± 1 °C послаблює вплив до 39 %.

Вихід стандартної плодової продукції після зберігання за традиційними технологіями знаходиться на рівні 80,5–82,9 % (табл. 2). Дисперсійним аналізом встановлено, що обробка біопрепаратами (фактор А) на 31,0 % впливає на вихід товарної продукції, ступінь впливу особливості гібриду (фактор В) становила 8,0 %, сукупна дія цих двох факторів 5,7 %, інші фактори впливали на 55,3 %.

Подібні результати були одержані у дослідженні біопрепаратів Гаупсін та Планріз. Найвищу лежкість після 90 діб зберігання відмічали у коренеплодів, сорту Бордо оброблених біопрепаратами Гаупсін та Планріз 92,9 % і 86,0 % відповідно, що на 9,9–3,0 % вище контролю. Встановлено, що при обробці буряка столового Гаупсином (в період вегетації та перед зберіганням) після 180 діб зберігання кількість коренеплодів, уражених хворобами, була на 10,6 % менше порівняно з контролем [26].

Придатність коренеплодів до зберігання чи до певних видів переробки значно залежатиме від вмісту основних біохімічних показників. Особливо важливе значення має рівень сухої речовини, цукрів та вітаміну С.

Встановлено, що коренеплоди по-різному витрачали цукри та вітамін С (рис. 2, 3). Найекономніше цукри протягом періоду зберігання витрачали коренеплоди гібриду Карилон F₁. Втрати за сім п'ять місяців зберігання за температури 1±1 °С складала 21,6 % від початкового вмісту. Обробка біопрепаратами зменшила втрату цукрів до 8,8–12,8 залежно від виду препарату. В більшій мірі втрати вітаміну С спостерігалися у контрольному варіанті – 39,3–41,2 %, обробка біопрепаратами сприяла зменшенню на 21,9–25,0 % залежно від біопрепарату.

Подібні дослідження проводили з Планризом: обробляли цим препаратом яблука перед закладанням на зберігання. Спостерігалось зниження інтенсивності протікання окислювально-відновних реакцій, стабілізація вуглецевого обміну. Відбувалося зменшення загальних абсолютних втрат та подовжити строків зберігання плодів. Протягом усього строку зберігання в оброблених яблуках кількість сахарози зростала, а в контролі зменшувалася. При цьому на початковому етапі цукор накопичувався як за рахунок сахарози, так і за рахунок цукрів, що відновлюються. Результати товарного аналізу досліджуваних продуктів підтверджують антифунгіцидну активність препарату Планриз [27].

В даному дослідженні наведені результати щодо післязбиральної обробки коренеплодів біопрепаратами. Застосування цих препаратів для подовження терміну зберігання і збереження якості продукції коренеплодів буряку столового має позитивний ефект. Достовірність результатів підтверджена статистичним аналізом.

Проте в даному дослідженні зроблено акцент на двох препаратах, які містять штами бактерії *Bacillus subtilis* 26 Д. та *Bacillus subtilis*, штамм м-22 визр. В подальших дослідженнях буде актуальним вивчення інших препаратів які містять грибку культуру *Trichoderma harzianum* штам ВИЗР-18 та *Pseudomonas fluorescense*. Для захисту рослин від широкого спектру грибкових і бактеріальних захворювань є перспективний препарат Триходермін, виробляється на основі гриба *Trichoderma lignorum*. Гриб пригнічує розвиток фітопатогенів прямим паразитуванням, конкуренцією за субстрат, виділенням ферментів, антибіотиків (глітоксину, віридину) та інших біологічно активних речовин [28]. Було встановлено, що найкращою здатністю до гальмування мікробіологічних і фізіологічних процесів володіє біопрепарат Планриз, основу якого становлять мікроорганізми роду *Pseudomonas fluorescense*. Подальші дослідження є актуальними. Це пов'язано з тим, що набуває популярності вирощування органічної продукції. Ця продукція також закладається на зберігання і для подовження його терміну передбачається

використання органічних препаратів антимікробної дії. Перспективним напрямком є пошук заходів, що підвищують ефективність застосування біопрепаратів. А також вивчення їх впливу на зміну вмісту в овочевій продукції під час зберігання макро- та мікроелементів.

7. Висновки

1. Установлено, що під час зберігання коренеплодів буряку столового гібриду Зепо F₁ за температури 1±1 °С кількість загальних втрат становила 19,5 %. Обробка біопрепаратами зменшила загальні втрати коренеплодів на 7,9–10,3 %. Аналогічна закономірність спостерігалася за обробки коренеплодів гібриду Карилон F₁. Загальні втрати зменшувалися на 6,8–7,7 %. Температура зберігання істотно впливала на втрати коренеплодів під час зберігання. Установлено, що добові втрати маси від ураження мікроорганізмами необроблених коренеплодів коливались від 0,08±0,01 % за температури зберігання 1±1 °С до 0,1±0,01 % за температури зберігання 15±1 °С. Обробка коренеплодів біопрепаратами зменшила втрати маси від ураження мікроорганізмами до 0,04±0,01 % та 0,07±0,02 % відповідно.

2. Обробка коренеплодів перед зберіганням біопрепаратом Фітоспорин дозволяє зменшити втрати цукру під час зберігання за температури 1±1 °С впродовж 150 діб на 3,7–6,5 %, препаратом Гамаір – 8,8–12,8 %. Втрати вітаміну С коливались від 39,4 % до 41,2 % відносно початкового вмісту у контрольному варіанті. Обробка Фітоспорином зменшила втрату вітаміну С до 17,4 % у гібрида Зепо F₁ та 25,4 % гібриду Карилон F₁, Гамаіром до 28,0 та 29,3 % відповідно. Підвищена температура зберігання прискорює окислення вітаміну С та скорочує тривалість зберігання. Під час зберігання коренеплодів за температури зберігання 15±1 °С впродовж 60 діб втрати вітаміну С збільшилися в 2,2–3,8 рази.

3. Встановлено, збереженість буряку столового залежить від форми коренеплоду. У гібриду Карилон F₁ циліндричної форми втрати цукру становлять 21,6 % від початкового вмісту. Гібрид Зепо F₁ округлої форми зменшує вміст цукру на 25,0 %. Природні втрати маси кореляють з втратами цукрів. За температури зберігання 1±1 °С втрати коренеплодів циліндричної форми становлять 5,1 %, округлої форми – 5,4 %. Вихід товарної продукції коливається від 74,2 до 82,9 у гібриду Карилон F₁, у гібриду Зепо F₁ округлої форми 73,3–80,5 % залежно від температури зберігання.

Література

1. Колтунов, В. А. (2007). Управління якістю овочевих коренеплодів. Київ: КНТЕУ, 252.
2. Алёшин, В. Н., Купин, Г. А., Першакова, Т. В., Кабалина, Д. В. (2017). Перспективы применения биопрепаратов при хранении фруктов. Сборник материалов конгресса «Наука, питание и здоровье». Минск, 452–459.
3. Першакова, Т. В., Лисовой, В. В., Купин, Г. А., Панасенко, Е. Ю., Викторова, Е. П. (2016). Способы обеспечения стабильного качества растительного сырья в процессе хранения с применением биопрепаратов. Научный журнал КубГАУ, 117 (03). URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/33.pdf>

4. Ghorbanpour, M., Omidvari, M., Abbaszadeh-Dahaji, P., Omidvar, R., Kariman, K. (2018). Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*, 117, 147–157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.11.006>
5. Pusik, L., Pusik, V., Postnova, O., Safronska, I., Chervonyi, V., Mohutova, V., Kaluzhniy, A. (2020). Preservation of winter garlic depending on the elements of postharvest treatment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 24–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200842>
6. Leverentz, B., Janisiewicz, W. J., Conway, W. S., Saftner, R. A., Fuchs, Y., Sams, C. E., Camp, M. J. (2000). Combining yeasts or a bacterial biocontrol agent and heat treatment to reduce postharvest decay of “Gala” apples. *Postharvest Biology and Technology*, 21 (1), 87–94. doi: [https://doi.org/10.1016/s0925-5214\(00\)00167-8](https://doi.org/10.1016/s0925-5214(00)00167-8)
7. Saligkarias, I. D., Gravanis, F. T., Epton, H. A. S. (2002). Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato plants by the use of epiphytic yeasts *Candida guilliermondii* strains 101 and US 7 and *Candida oleophila* strain I-182: I. in vivo studies. *Biological Control*, 25 (2), 143–150. doi: [https://doi.org/10.1016/s1049-9644\(02\)00051-8](https://doi.org/10.1016/s1049-9644(02)00051-8)
8. Al-Mughrabi, K. I. (2010). Biological control of *Fusarium* dry rot and other potato tuber diseases using *Pseudomonas fluorescens* and *Enterobacter cloacae*. *Biological Control*, 53 (3), 280–284. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.01.010>
9. Eshel, D., Regev, R., Orenstein, J., Droby, S., Gan-Mor, S. (2009). Combining physical, chemical and biological methods for synergistic control of postharvest diseases: A case study of Black Root Rot of carrot. *Postharvest Biology and Technology*, 54 (1), 48–52. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.04.011>
10. Alegre, I., Viñas, I., Usall, J., Teixidó, N., Figge, M. J., Abadías, M. (2013). Control of foodborne pathogens on fresh-cut fruit by a novel strain of *Pseudomonas graminis*. *Food Microbiology*, 34 (2), 390–399. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.01.013>
11. Plaza, L., Altisent, R., Alegre, I., Viñas, I., Abadías, M. (2016). Changes in the quality and antioxidant properties of fresh-cut melon treated with the biopreservative culture *Pseudomonas graminis* CPA-7 during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology*, 111, 25–30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.023>
12. Shi, J.-F., Sun, C.-Q. (2017). Isolation, identification, and biocontrol of antagonistic bacterium against *Botrytis cinerea* after tomato harvest. *Brazilian Journal of Microbiology*, 48 (4), 706–714. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.03.002>
13. Sadfi-Zouaoui, N., Essghaier, B., Hajlaoui, M. R., Fardeau, M. L., Cayaol, J. L., Ollivier, B., Boudabous, A. (2008). Ability of Moderately Halophilic Bacteria to Control Grey Mould Disease on Tomato Fruits. *Journal of Phytopathology*, 156 (1), 42–52. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2007.01329.x>

14. Sadfi, N., Cherif, M., Hajlaoui, M. R., Boudabbous, A. (2002). Biological Control of the Potato Tubers Dry Rot Caused by *Fusarium roseum* var. *sambucinum* under Greenhouse, Field and Storage Conditions using *Bacillus* spp. Isolates. *Journal of Phytopathology*, 150 (11-12), 640–648. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00811.x>
15. Нир, Б. Й., Элайху, М. (1999). Пат. № 2262230С2 RF. Способ обработки картофеля во время хранения. № 2001102049/13; заявл. 22.07.1999; опубл. 20.10.2005, Бюл. № 29. URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/78/aa/96/5ba8e8a13d60fe/RU2262230C2.pdf>
16. Esitken, A., Yildiz, H. E., Ercisli, S., Figen Donmez, M., Turan, M., Gunes, A. (2010). Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124 (1), 62–66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.012>
17. Haggag, W. M., Abo El Soud, M. (2012). Production and Optimization of *Pseudomonas fluorescens* Biomass and Metabolites for Biocontrol of Strawberry Grey Mould. *American Journal of Plant Sciences*, 03 (07), 836–845. doi: <https://doi.org/10.4236/ajps.2012.37101>
18. ДСТУ 4954:2008. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів (2008). Київ, 22.
19. Чупахина, Г. Н. (2000). Количественное определение аскорбиновой, дегидроаскорбиновой и дикетогуоновой кислот в растительных тканях. Физиологические и биохимические методы анализа растений: практикум. Калининград, 4–7. URL: <http://www.agriculture.uz/filesarchive/chupahin.pdf>
20. Пузік, Л. М., Гордієнко, І. М. (2011). Технологія зберігання фруктів, овочів та винограду. Харків: Майдан, 330.
21. Pusik, L., Pusik, V., Lyubymova, N., Bondarenko, V., Gaevaya, L. (2018). Research into preservation of broccoli depending on the treatment with antimicrobial preparations before storage. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (94)), 20–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140064>
22. Agriopoulou, S., Stamatelopoulou, E., Sachadyn-Król, M., Varzakas, T. (2020). Lactic Acid Bacteria as Antibacterial Agents to Extend the Shelf Life of Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables: Quality and Safety Aspects. *Microorganisms*, 8 (6), 952. doi: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060952>
23. Pawlowska, A. M., Zannini, E., Coffey, A., Arendt, E. K. (2012). “Green Preservatives”: Combating Fungi in the Food and Feed Industry by Applying Antifungal Lactic Acid Bacteria. *Advances in Food and Nutrition Research*, 66, 217–238. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-394597-6.00005-7>
24. Sharma, T. R., Chauhan, R. S., Singh, B. M., Paul, R., Sagar, V., Rathour, R. (2002). RAPD and Pathotype Analyses of *Magnaporthe grisea* Populations from the north-western Himalayan Region of India. *Journal of Phytopathology*, 150 (11-12), 649–656. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00812.x>
25. Zhang, D., Spadaro, D., Garibaldi, A., Gullino, M. L. (2010). Efficacy of the antagonist *Aureobasidium pullulans* PL5 against postharvest pathogens of

peach, apple and plum and its modes of action. *Biological Control*, 54 (3), 172–180. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2010.05.003>

26. Доценко, С. М. (2015). Вплив обробки біопрепаратами на врожайність і збереженість коренеплодів буряку столового. *Вісник ХНАУ. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво і зберігання»*, 2, 175–179. URL: http://visnykagro.knau.kharkov.ua/wp-content/uploads/2020/01/2_2015.pdf

27. Бородай, В. В., Скалецька, Л. Ф., Бальвас, К. М., Ткаленко, Г. М., Колтунов, В. А. (2013). Зміни хімічного складу та втрати маси бульб картоплі в період зберігання під час застосування біопрепаратів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Агронімія*, 183 (1), 77–82. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_agr_2013_183\(1\)_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnu_agr_2013_183(1)_16)

28. Шепель, С. В., Стрижков, О. Г. (2010). Економічна оцінка використання мікробіологічних препаратів при зберіганні рослинної продукції. *Вісник аграрної науки*, 4, 61–64. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2010_4_18

Not a reprint