

**ASSESSMENT OF THE EFFECT  
OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS  
ON INCREASING THE STORAGE LIFE  
OF BERRIES OF THE GARDEN  
STRAWBERRY FRAGARIA × ANANASSA DUCHESNE**

**ОЦІНКА ДІЇ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ  
НА ЗБІЛЬШЕННЯ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ ЯГІД  
СУНИЦІ САДОВОЇ FRAGARIA × ANANASSA DUCHESNE**

**Mykola Kovalov<sup>1</sup>**

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-473-3-13>

**Abstract.** The article presents a study devoted to the evaluation of the effectiveness of microbiological preparations in increasing the shelf life of strawberries (*Fragaria* × *ananassa Duchesne*). The problem of rapid deterioration of strawberry berries, caused by high humidity and sensitivity to pathogenic microorganisms, is relevant for the agro-industrial complex, because it affects economic losses and product quality. Traditional storage methods, including temperature control and the use of chemical preservatives, have limitations and can negatively affect the taste of the berries and the environment. **Subject of research.** Subject of the study: Study of the influence of microbiological preparations on the shelf life of garden strawberry berries. The main focus has been on the effectiveness of different types of microbiological agents, such as probiotic cultures, enzyme preparations and biological antagonists, in improving berry longevity and reducing spoilage. **Methodology.** The research was conducted in several stages. First, an organoleptic evaluation of garden strawberry varieties was carried out, and then several varieties of microbiological preparations, differing in the mechanism of action and composition, were selected. Berries of garden strawberries were treated with these drugs and

---

<sup>1</sup> Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of Scientific Laboratories «Industrial Mushroom Growing and Protection Technologies of Cultivated Mushrooms» and «Hydroponic Cultivation of Vegetables in a Dome Greenhouse»; Associate Professor of the Department of General Agriculture, Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

stored under standard conditions in a controlled environment. In parallel, their condition was monitored during the storage period. The assessment included measurements of key berry quality indicators, such as the level of pathogenic microorganisms, rate of rot development, organoleptic characteristics (taste, smell, texture) and overall shelf life. The analysis was carried out using modern methods, such as spectrophotometry, chromatography and microbiological testing. **The purpose** of the study: The main goal was to determine which of the microbiological preparations most effectively extend the shelf life of garden strawberries and preserve their quality for a long period. This study also aimed to identify potential biologically active components that can be used for the development of new berry storage technologies. **Conclusion of the study.** The results of the study confirmed that the most effective use of biological preparations 0.2% Trichodermin-M + 1.5% EM 5, in particular probiotic cultures and biological antagonists, effectively extends the shelf life of garden strawberries, reduces the level of rot and maintains high product quality. Preparations containing probiotic cultures have shown significant advantages due to the ability to maintain pathogenic microorganisms at a level that does not affect the quality of the berries. Enzyme preparations have also been shown to be useful, particularly in preventing the breakdown of certain spoilage components. **The obtained results** open up new opportunities for the introduction of biological methods in the storage of berries and improving the quality of food products, reducing the need for chemical preservatives and supporting environmentally friendly technologies in agro-industry.

### 1. Вступ

Ягідництво є важливою складовою аграрної економіки, що безпосередньо впливає на продовольчу безпеку та економічний добробут багатьох країн. Ягоди суниці садові (*Fragaria × ananassa*), займають особливе місце в садівництві завдяки своєму високому споживчому попиту і харчовій цінності. Проте, сезонний характер їх урожайності та швидке псування є значними проблемами, які потребують ефективних рішень для продовження терміну їх зберігання. Одним з перспективних підходів до розв'язання цієї проблеми є використання мікробіологічних препаратів.

У сучасних умовах важливість забезпечення тривалого зберігання ягід та інших перехідних продуктів для уникнення їх втрат внаслідок псування і гниття є незаперечною. Наукові дослідження та інновації в галузі зберігання харчових продуктів продовжують розвиватися, проводячи безперервний пошук нових рішень для продовження термінів зберігання і підтримання високої якості продукції. Традиційні методи зберігання, такі як використання консервантів та контроль температури, хоча і забезпечують певний рівень захисту, не завжди ефективні в умовах швидкого псування свіжих ягід.

Останні роки велику увагу привертає використання мікробіологічних препаратів як альтернативних методів контролю за псуванням продуктів. Мікробіологічні препарати, такі як пробіотичні культури, ензимні препарати, та різноманітні біологічні агенти, здатні активно впливати на мікробіом поверхні ягід і змінювати умови, які сприяють їхньому псуванню. Ці препарати здатні пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів, покращувати умови для зберігання та зменшувати окислювальні процеси.

Важливість дослідження впливу мікробіологічних препаратів на терміни зберігання ягід суниці садової є очевидною. Суниця садова, як один з найулюбленіших і цінних фруктів, відзначається своєю високою чутливістю до зберігання. Зокрема, її делікатна структура і висока вологість роблять її уразливою до патогенних мікроорганізмів і швидкого псування. Отже, ефективне використання мікробіологічних препаратів може суттєво підвищити терміни зберігання цієї ягоди, зменшити втрати при зберіганні і транспортуванні, а також покращити її якість на момент споживання.

Враховуючи значний потенціал мікробіологічних препаратів, важливо провести систематичне дослідження їх впливу на терміни зберігання ягід суниці садової. Наше дослідження спрямоване на вивчення різних видів мікробіологічних препаратів, їх дозувань та умов застосування, а також оцінку їх ефективності в реальних умовах зберігання. Потреба в таких дослідженнях також обумовлена необхідністю зменшення використання хімічних консервантів і відповідає сучасним тенденціям до еко-френдлі підходів у сільському господарстві та харчовій промисловості.

Таким чином, оцінка дії мікробіологічних препаратів на збільшення термінів зберігання ягід суниці садової є надзвичайно

актуальним і перспективним напрямком дослідження. Це може не тільки покращити якість зберігання продукту, але й сприяти розвитку нових, більш ефективних та екологічних методів у сфері агрономії та харчової науки.

Мета дослідження – встановити ефективність використання фунгіцидів біологічної природи для захисту ягід суниці від мікробіологічних ушкоджень на етапах вирощування та зберігання

Дослідження проводили у науковій лабораторії Гідропонного вирощування овочів в купольній теплиці кафедри загального землеробства Центральноукраїнського національного технічного університету та ФОП Горбенко В.С. протягом 2020-2021 років.

У наших дослідженнях був використаний мікробіологічний препарат EM5 виробництва ТОВ «ЕМ Україна», м. Кропивницький, який використовувався також як біофунгіцид нами при органічному виробництві ягід суниці [1, с. 284].

Для профілактики та захисту ягід суниці від мікробіологічних ушкоджень проводили обробку рослин у період вегетації та ягід у процесі зберігання препаратами, дозволеними для використання при органічному виробництві. Для обробки використовували біопрепарати EM 5, Триходермін-М, Біплан та Гліокладин М.

Про ефективність використання біологічних препаратів визначали за ступенем ураження ягід основним збудником – грибом *Botrytis cinerea*. Концентрація робочого розчину залежала від виду препарату (відповідно до рекомендацій виробника).

Контролем 1) рослини та ягоди, обробка яких повністю була відсутня. Контролем 2) рослини та ягоди, оброблені традиційними фунгіцидами.

Кожним препаратом обробляли 3 ділянки суниці садової, площу кожної ділянки 10 м<sup>2</sup>. Норма витрати розчинів – 500 мл./10 м<sup>2</sup>.

Обробка 3-х кратна, з інтервалом у 7 днів, у вечірній час, у суху, безвітряну погоду: при появі квітконосів; під час масового цвітіння; кінець цвітіння, початок формування ягід.

Біологічну ефективність обробок та ступінь ураження ягід суниці мікробіологічними захворюваннями визначали під час збирання, підраховуючи кількість уражених ягід та загальну кількість знятих ягід, та виражаючи отримані значення у відсотках. Визначення якості ягід

при збиранні врожаю проводили за ДСТУ 7653:2014 Суниця свіжа. Технічні умови [2, с. 2].

Обробка під час зберігання. Для створення захисної біоплівки ягоди кожного варіанту досліду перед закладкою на зберігання були оброблені 1,5 % водним розчином біопрепарату методом занурення в розчин на 5 хвилин з подальшим підсушуванням ягід у холодильній камері з низькою відносною вологістю повітря від 68 до 70 %. Ягоди контрольних зразків не піддавалися жодній обробці. Кожен із варіантів досліду закладали на зберігання у трьох повтореннях по 3,0 кг у холодильні камери, у яких підтримувалася температура 0 °С та відносна вологість повітря 90 %. Під час зберігання кожні 2 дні проводили оцінку якості ягід згідно з ДСТУ 7653:2014.

Для визначення природних втрат маси зважували по 30 ягід у кожному варіанті досліду що зберігалися в пронумерованих контейнерах. Для вибору оптимальної технології обробки ягід суниці розчином ЕМ 5 використовували дві схеми: 1 схема – створення захисного покриття на ягодах суниці методом «занурення». Обробляли ягоди органічного виробництва, при виробництві яких використовували триразову обробку біофунгіцидами у вегетаційний період: 1,5 % ЕМ 5; 0,2 % Триходермін-М; 0,05 % Біплан; 0,05 % Глюккладину М. Збір суниці здійснювали в ранні ранкові години в полімерну перфоровану упаковку (PP) у фазу споживчої зрілості. Попередньо охолоджені ягоди суниці занурювали в 1,5 % водний розчин ЕМ 5 на 5 хвилин з подальшим «підсушуванням» в холодильній камері з низькою відносною вологістю повітря від 65 до 70 %. Це сприяло швидкому охолодженню з одночасним випаровуванням поверхневої вологи, при цьому на поверхні ягід формувалася тонка плівка препарату ЕМ 5.

Контролем служили ягоди без покриття. Як додатковий контроль використовували ягоди, при виробництві яких використовувалися пестициди, оброблені ЕМ 5 та необроблені ЕМ 5. 2 схема – створення захисного покриття на ягодах суниці методом «зрошення».

ЕМ 5 (базовий) – субстанція живих культур Ефективних Мікроорганізмів, до яких входять: молочнокислі, фото синтезуючі, азот фіксуючі, дріжджі, актиноміцети, меляса цукрової тростини, вода, алкоголь, часник, оцет, гострий перець;

Триходермін-М – рідина, яка містить спори та міцелій гриба *Trichoderma viride* (lignorum), а також біологічно активні речовини, та токсини, які продукуються грибом у процесі виробництва препарату;

Біплан – інсекто-фунгіцид – препарат бінарної дії. Стримує розвиток плодожерок плодових культур та пригнічує фітопатогени, які викликають плодові, кореневі гnilі, гельмінтоспориоз та вертицильоз, моніліальний опік, парша, борошнисту росу тощо. Діюча речовина препарату біплан: два штами ґрунтових бактерій *Pseudomonas aureofaciens*;

Гліокладин М - Культуральна рідина, яка містить спори та міцелій гриба-антагоніста *Trichoderma* (*Gliocladium*) *virens*, а також біологічно активні речовини та токсини, які продукуються грибом у процесі виробництва препарату. Досліджувані біопрепарати застосовували згідно з рекомендаціями [3, с. 40].

## **2. Скринінг харчової цінності ягід**

### **з метою виявлення потенційних джерел біологічно активних речовин для збагачення харчових продуктів**

Процес скринінгу включає комплексний підхід до оцінки різних ягід за кількома критеріями: вміст вітамінів, мінералів, флавоноїдів, полісахаридів та інших біологічно активних сполук. Основна мета цього процесу – виявити ягоди з високим рівнем цих компонентів, які можуть бути використані для підвищення харчової цінності продуктів [4, с. 7335].

Визначення харчової цінності ягід розпочинається з відбору зразків ягід, суниці. Кожен зразок підлягає хімічному аналізу для визначення концентрацій вітамінів (наприклад, вітамін С та групи В), мінералів (залізо, кальцій, магній), антиоксидантів (флавоноїди, поліфеноли) та інших корисних компонентів. Методи аналізу включають спектрофотометрію, хроматографію, мас-спектрометрію та інші сучасні техніки, що дозволяють точно оцінити склад та концентрацію активних сполук.

Оцінка біологічної активності ягід також може включати дослідження їх антиоксидантних властивостей, які важливі для боротьби зі стресом окислення в організмі. Тестування антиоксидантної активності за допомогою методів, таких як DPPH, ABTS, FRAP, дозволяє

визначити ефективність ягід у нейтралізації вільних радикалів і оцінити їх потенціал для збагачення харчових продуктів.

Особливу звертають на потенціал ягід для використання у функціональних харчових продуктах. Біологічно активні компоненти, які містяться у ягодах, можуть бути використані як для розробки нових так і для покращення існуючих продуктів, таких як соки, йогурти, батончики та інші харчові добавки. Цей аспект розділу підкреслює значення ягід як джерела природних інгредієнтів для підтримки здорового способу життя та покращення харчових продуктів [5, с. 995].

Результати скринінгу забезпечують важливу інформацію для подальших досліджень і розробок у сфері харчової промисловості, орієнтуючи науковців і виробників на найбільш перспективні види ягід для збагачення харчових продуктів. Це дозволить не лише підвищити харчову цінність продуктів, але й сприятиме розвитку нових тенденцій у харчовій науці та технології.

Цілеспрямований підбір плодово-ягідної сировини з урахуванням їхньої біохімічної різноманітності та безпеки дозволить отримати полікомпонентні продукти із заданим хімічним складом.

Після проведення аналізу широкого спектру різних видів та сортів суниці садової, що вирощують в умовах закритого ґрунту 4 світлової зони України, були відібрані об'єкти з високим вмістом біологічно активних сполук, що найбільш повно відповідають поставленим цілям.

На першому етапі досліджень було проведено порівняльний аналіз продукції за органолептичними показниками.

Найважливішими споживчими характеристиками, що мають вирішальне значення при реалізації ягідної продукції та визначенні ефективних напрямів технологій переробки сировини, є їх органолептичні показники: зовнішній вигляд (форма, стан поверхні, фарбування), консистенція м'якоті, смак та аромат.

Незважаючи на широке розмаїття сортів ягід суниці садової, всі вони мають відмінні властивості, що характеризуються їх смаком, придатністю до зберігання, транспортування та переробки. Основним напрямком сучасної селекції є одержання великоплідної з високою врожайністю, транспортабельністю та збереженням продукції, привабливою на вигляд, з вираженими смаковими та ароматичними

показниками, з підвищеною резистентністю до фітопатогенних ушкоджень, стійких до несприятливих умов навколишнього природного середовища.

Ягоди нових перспективних сортів сучасної селекції є об'єктом досліджень на першому етапі. Вибір сортименту ягід суниці садової для проектування продуктів із заданими властивостями здійснювався на підставі порівняльного органолептичного аналізу, що характеризує потенційну можливість ягід та плодів задовольняти високі запити споживачів за органолептичними критеріями, а також на підставі їхньої фізіологічної цінності, що дозволяє задовольняти їх фізіологічну цінність людини у дефіцитних нутрієнтах [6, с. 105011].

Органолептична оцінка проводилася найперспективніших сортів кожного виду ягід, районованих та рекомендованих до вирощування в умовах 4 світлової зони України. Порівняльну оцінку органолептичних властивостей перспективних сортів ягід та плодів оцінювали відразу після збору в стадії споживчої зрілості з використанням 10-бальних шкал розроблених нами за рекомендованою методикою проведення органолептичного аналізу, згідно з якою, нами використовувалися вагові коефіцієнти, встановлені експертною комісією, сума яких повинна дорівнювати двом при максимальній оцінці одиничних показників – 5 балів [1, с. 288]. Проведено ранжування органолептичних показників досліджуваних об'єктів залежно від встановленого комплексного показника якості. До ягід суниці садової вищої категорії якості були віднесені зразки, які набрали в ході дегустаційної оцінки 9,0-10,0 балів, першої категорії якості – 8,0-8,9; другий категорії якості – 6,0-7,9. При значенні комплексного показника нижче 6,0 балів продукція була віднесена до нестандартної, категорії «харчова неповноцінна», при оцінці нижче 4,0 балів – вибраковувалися. Результати органолептичної оцінки ботанічних сортів ягід суниці, інтродукованих в 4 світловій зоні України, наведено в таблиці 1.

Результати органолептичної оцінки якості ягід суниці садової показали, що сорти Азія, Амі, Монтерей, Ельсанта, Хоней, Джолі, Дарселект, Клері отримали понад 9 балів, що відповідає вищій категорії якості. Для сортів Віма – Альба та Альбїон комплексна оцінка балів дорівнювала 8,38-8,8 бала, що відповідає першій категорії якості.



**Результати органолептичної оцінки якості  
ягід суниці садової (M±m)**

| Назва сорту | Середній бал показника / значення показника з урахуванням вагового коефіцієнту |            |              |          |          | Комплексна оцінка (категорія якості) |
|-------------|--|------------|--------------|----------|----------|--------------------------------------|
|             | Зовнішній вигляд   | Колір ягід | Консистенція | Смак     | Аромат   |                                      |
| Альба       | 4,8*±0,32  | 5,0±0,00   | 4,6±0,48     | 4,2±0,32 | 4,0±0,00 | 8,80 (перша)                         |
|             | 0,96**   | 1,00       | 2,30         | 2,94     | 1,6      |                                      |
| Альбіон     | 4,8±0,32   | 4,8±0,32   | 4,2±0,32     | 3,6±0,48 | 4,6±0,48 | 8,38 (перша)                         |
|             | 0,96   | 0,96       | 2,10         | 2,52     | 1,84     |                                      |
| Азія        | 4,6±0,48   | 5,0±0,00   | 4,6±0,48     | 4,8±0,32 | 4,2±0,32 | 9,26 (вища)                          |
|             | 0,92   | 1,00       | 2,30         | 3,36     | 1,68     |                                      |
| Амі         | 5,0±0,32   | 5,0±0,32   | 4,2±0,32     | 4,8±0,48 | 4,6±0,48 | 9,30 (вища)                          |
|             | 1,00   | 1,00       | 2,10         | 3,36     | 1,84     |                                      |
| Монтерей    | 4,8±0,32   | 5,0±0,00   | 5,0±0,48     | 4,8±0,32 | 4,0±0,00 | 9,42 (вища)                          |
|             | 0,96   | 1,00       | 2,50         | 3,36     | 1,6      |                                      |
| Сан-Андреас | 4,6±0,48   | 5,0±0,00   | 4,6±0,48     | 4,8±0,32 | 4,2±0,32 | 9,26 (вища)                          |
|             | 0,92   | 1,00       | 2,30         | 3,36     | 1,68     |                                      |
| Ельсанта    | 4,8±0,32   | 5,0±0,00   | 5,0±0,00     | 5,0±0,00 | 4,2±0,32 | 9,64 (вища)                          |
|             | 0,96   | 1,00       | 2,50         | 3,50     | 1,68     |                                      |
| Хоней       | 5,0±0,00   | 5,0±0,00   | 5,0±0,00     | 5,0±0,00 | 4,2±0,32 | 9,68 (вища)                          |
|             | 1,00   | 1,00       | 2,50         | 3,50     | 1,68     |                                      |
| Джолі       | 5,0±0,00   | 4,8±0,32   | 4,8±0,32     | 5,0±0,00 | 4,8±0,00 | 9,78 (вища)                          |
|             | 1,00   | 0,96       | 2,40         | 3,50     | 1,92     |                                      |
| Дарселект   | 5,0±0,00   | 4,8±0,32   | 4,8±0,32     | 4,8±0,32 | 4,6±0,48 | 9,56 (вища)                          |
|             | 1,00   | 0,96       | 2,40         | 3,36     | 1,84     |                                      |
| Клері       | 5,0±0,00   | 5,0±0,00   | 4,8±0,32     | 4,8±0,32 | 4,6±0,32 | 9,60 (вища)                          |
|             | 1,00   | 1,00       | 2,40         | 3,36     | 1,84     |                                      |

*Джерело: складено автором на основі проведених лабораторних досліджень*

На підставі результатів сенсорної характеристики свіжих ягід суниці при дегустації складено ранжований ряд за перевагою: Джолі → Хоней → Ельсанта → Клері → Дарселект → Монтерей → Амі → Сан-Андреас, → Азія → Альба → Альбіон.

### 3. Порівняльна харчова цінність ягід суниці садової досліджуваних сортів

Незважаючи на широке поширення та використання ягід суниці у харчовій промисловості, дотепер практично відсутні дослідження щодо порівняльної оцінки вмісту та складу біологічно активних речовин, особливо нових селекційних сортів, інтродукованих у 4 світловій зоні України. Проведені нами дослідження зможуть забезпечити найважливіший принцип виробництва збагачених продуктів із заданими властивостями – добір ягідної сировини із необхідним складом інгредієнтів. Результати оцінки основних показників хімічного складу ягід суниці садової досліджуваних сортів представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

#### Результати показників хімічного складу ягід суниці садової досліджуваних сортів (M±m)

| Назва сорту | Суха речовина, % | Цукри, % |          |          | Титруєма кислотність, % | Титрувальний коефіцієнт |
|-------------|------------------|----------|----------|----------|-------------------------|-------------------------|
|             |                  | моно-    | ді-      | сума     |                         |                         |
| Альба       | 9,2±0,02         | 5,0±0,04 | 1,2±0,02 | 6,2±0,05 | 0,88±0,02               | 7,1                     |
| Азія        | 10,6±0,01        | 7,1±0,05 | 0,6±0,01 | 7,7±0,06 | 0,81±0,02               | 9,5                     |
| Монтерей    | 11,5±0,02        | 6,9±0,05 | 1,1±0,01 | 8,0±0,05 | 0,96±0,03               | 8,3                     |
| Сан-Андреас | 10,7±0,02        | 6,3±0,04 | 1,3±0,03 | 7,6±0,05 | 1,18±0,02               | 6,4                     |
| Амі         | 11,7±0,03        | 5,9±0,03 | 1,9±0,02 | 7,8±0,06 | 1,02±0,02               | 7,7                     |
| Альбіон     | 8,4±0,01         | 4,8±0,04 | 0,3±0,01 | 5,1±0,04 | 0,76±0,02               | 6,7                     |
| Хоней       | 11,6±0,02        | 6,9±0,04 | 1,5±0,01 | 8,4±0,04 | 0,90±0,01               | 9,3                     |
| Ельсанта    | 10,6±0,01        | 6,3±0,05 | 1,7±0,01 | 8,0±0,05 | 0,99±0,02               | 8,1                     |
| Джолі       | 9,9±0,1          | 4,8±0,03 | 1,9±0,02 | 6,7±0,05 | 0,94±0,04               | 7,1                     |
| Дарселект   | 8,4±0,1          | 4,0±0,04 | 1,7±0,02 | 5,7±0,06 | 0,83±0,03               | 6,9                     |
| Клері       | 8,9±0,2          | 4,9±0,02 | 1,6±0,03 | 6,5±0,05 | 0,80±0,05               | 8,1                     |

*Джерело: складено автором на основі проведених лабораторних досліджень*

Ягоди суниці садової досліджуваних сортів містять від 8,4 % до 11,7 % розчинних сухих речовин, при цьому основна їхня частка представлена цукрами, вміст яких коливається в межах від 5,1 % до 8,4 %.

Відомо, що за титрувальною кислотністю, всі ягоди можна підрозділити на дві групи: з помірною від 0,3 % до 1,5 % та підвище-

ною від 1,6 % до 3,7 % кислотністю. Даний показник за результатами наших досліджень коливається в межах від 0,76 % до 1,18 %, що дозволяє віднести сорти ягід суниці до групи з помірною кислотністю [7, с. 6; 8, с. 5]. Важливе значення для харчування та для переробки набувають ягоди суниці як джерело вітамінів та інших біологічно активних речовин (таблиця 3).

Вітамін С необхідний для нормальної життєдіяльності людини, який бере участь в окисно-відновних процесах, підвищуючи опір організму до шкідливих впливів навколишнього середовища. Вміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці коливається в межах від 46,5 до 90,6 мг/100 г. Аналіз отриманих нами результатів досліджень дає змогу відзначити значні відмінності за вмістом вітаміну С, які становили понад 70 %. При цьому максимальний вміст діагностовано у сортах Ельсанта та Монтерей – 84,9 та 90,6 мг/100 г відповідно. Вміст каротиноїдів у ягодах суниці становить від 0,08 мг/100 г до 0,12 мг/100 г.

Р – вітамінна активність характерна для великої групи речовин, до складу яких входить близько 150 сполук, основними з яких є флавоноїди. З основних груп поліфенолів у суниці домінують катехіни – унікальні природні антиоксиданти, які мають антибактеріальні властивості, зв'язують вільні радикали, перешкоджають ушкодженню клітин, тим самим уповільнюючи старіння організму та сприяючи профілактиці онкологічних захворювань [9, с. 111469]. Аналіз отриманих даних щодо вмісту катехінів у ягодах суниці також показав великі відмінності між аналізованими сортами. Мінімальна кількість катехінів відмічена у сорті Азія – 168 мг/100 г, максимальна у сорті Амі – 312 мг/100 г. Антоціани обумовлюють колір ягід, також відносяться до групи антиоксидантів і за фізіологічною активністю схожі на вітамін Р [10, с. 601]. Найбільша кількість антоціанів містить сорти Амі та Сан-Андреас, відповідно 51,7 та 36,3 мг/100 г, що корелює з забарвленням ягід цих сортів.

З досить великої групи вітамінів В ягоди суниці садові є джерелом важливого вітаміну В<sub>9</sub> – фолієвої кислоти, вміст якої становить від 147 мкг/100 г у ягід сорту Альбїон до 207 мкг/100 г у ягід сорту Амі, тому вони мають благотворну дію при недокрів'ї, про що відомо з літературних джерел [11, с. 1]. Високий вміст вітаміну В<sub>9</sub> відзначено також у сортах Азія, Хоней та Сан-Андреас. Крім того, аскорбінова кислота,

Таблиця 3

**Вміст вітамінів та інших біологічно-активних речовин  
у ягодах суниці садової досліджуваних сортів (M±m)**

| Назва сорту | Масова частка, мг/100 г |           |                   |           |            |             |         |            |
|-------------|-------------------------|-----------|-------------------|-----------|------------|-------------|---------|------------|
|             | Вітамін С               | β-каротин | Р-активні сполуки |           | Вітамін В2 | Вітамін В6  |         |            |
|             |                         |           | кагехіни          | антоціани |            |             |         |            |
| Азія        | 52,0±0,12               | 0,09±0,01 | 168±0,33          | 34,9±0,04 | 0,98±0,04  | 0,048±0,003 | 181±0,5 | 0,286±0,03 |
| Монгерей    | 90,6±0,12               | 0,12±0,02 | 256±0,33          | 25,0±0,03 | 0,98±0,05  | 0,051±0,003 | 165±0,7 | 0,298±0,02 |
| Сан-Андреас | 56,0±0,09               | 0,10±0,02 | 188±0,37          | 36,3±0,04 | 1,22±0,02  | 0,054±0,002 | 195±0,6 | 0,346±0,02 |
| Амі         | 73,3±0,12               | 0,11±0,01 | 312±0,42          | 51,7±0,04 | 1,18±0,02  | 0,060±0,003 | 207±0,5 | 0,410±0,03 |
| Альбїон     | 65,4±0,09               | 0,08±0,01 | 267±0,28          | 29,5±0,02 | 0,85±0,05  | 0,062±0,003 | 147±0,6 | 0,292±0,02 |
| Хоней       | 63,6±0,12               | 0,10±0,01 | 221±0,31          | 24,8±0,03 | 0,99±0,04  | 0,055±0,002 | 185±0,6 | 0,320±0,03 |
| Ельсанга    | 84,9±0,08               | 0,12±0,01 | 167±0,28          | 19,3±0,03 | 1,12±0,04  | 0,058±0,003 | 172±0,7 | 0,293±0,02 |
| Джолі       | 62,9±0,13               | 0,09±0,01 | 244±0,24          | 31,3±0,02 | 1,02±0,03  | 0,050±0,002 | 169±0,5 | 0,307±0,03 |
| Дарселект   | 71,3±0,12               | 0,10±0,01 | 274±0,38          | 33,9±0,05 | 0,95±0,04  | 0,052±0,003 | 182±0,5 | 0,288±0,03 |
| Клері       | 57,2±0,11               | 0,09±0,01 | 136±0,26          | 37,8±0,04 | 0,93±0,04  | 0,049±0,003 | 180±0,6 | 0,310±0,03 |

*Джерело: складено автором на основі проведених лабораторних досліджень*

що міститься в суниці, сприяє переходу фолієвої кислоти до її активної форми – фолінової кислоти. Фолієва кислота є складовою ферментів, які беруть участь у біосинтезі пуринових і піримідинових основ, а також деяких амінокислот [12, с. 17588]. Дефіцит фолатів призводить до порушення синтезу нуклеїнових кислот і білка, наслідком чого є пригнічення росту та поділу клітин, особливо в тканинах, що швидко проліфелюють: кістковий мозок, епітелій кишечника та ін. Отримані дані дозволяють вважати ягоди суниці садовою важливим джерелом фолієвої кислоти.

Вітамін РР бере участь у процесах клітинного дихання, входячи до складу окислювально-відновних ферментів, впливає на нервову, травну та серцево-судинні системи [13, с. 7]. Кількість ніацину в ягодах суниці від 0,286 мг/100 г (сорт Азія) до 0,410 мг/100 г (сорт Амі). Вміст рибофлавіну становить 0,74-1,22 мг/100 г, піридоксину – 0,048-0,062 мг/100 г тіамін та холін – не виявлено.

Рекомендовані рівні споживання вітамінів та вітаміноподібних речовин на добу для дорослих становлять: аскорбінової кислоти – 90 мг; флавоноїдів – 250 мг, у тому числі катехинів – 100 мг; рибофлавіну – 1,8 мг, фолієвої кислоти – 400 мкг [14, с. 50]. Для задоволення добової потреби людини у вітаміні С достатньо споживати 100-140 г ягід суниці, у флавоноїдах – 28-53 г, катехінах – 32-62 г, рибофлавіну – 148-240 г, фолієвої кислоти – 193,0-284,8 (таблиця 4).

На підставі проведених багаторічних комплексних досліджень якості суниці, що включають дегустаційну оцінку та нутрієнтний склад ягід, зроблено рекомендації щодо ефективних напрямів їх використання (таблиця 5).

Для споживання у свіжому вигляді рекомендовані всі досліджувані сорти суниці з урахуванням ранжування ягід за органолептичною характеристикою (комплексна оцінка, бал): Джолі (9,78) → Хоней (9,68) → Ельсанта (9,64) → Клері (9,60) → Дарселект (9,56) → Монтерей (9,42) → Амі (9,30) → Сан-Андреас, Азія (9,26) → Альба (8,80) → Альбїон (8,38).

Для органічного виробництва ягід рекомендуються сорти, що мають максимальну стійкість до ураження фітопатогенами та захворюваннями, високою врожайністю, що відрізняються відмінними дегустаційними властивостями та високим вмістом біологічно активних речовин – Амі та Хоней.

Таблиця 4

**Рівень задоволення добової потреби організму людини  
у нутрієнтах при вживанні 100 г досліджуваних сортів суниці,  
% від норми**

| Нзва сорта  | Нзва нутрієнта      |            |          |            |                 |
|-------------|---------------------|------------|----------|------------|-----------------|
|             | аскорбінова кислота | флавоноїди | катехіни | рибофлавін | фолієва кислота |
| Азія        | 57,8                | 202,9      | 168      | 54,4       | 42,8            |
| Монтерей    | 100,7               | 291,0      | 256      | 54,4       | 41,2            |
| Сан-Андреас | 62,2                | 224,3      | 188      | 67,8       | 48,8            |
| Амі         | 81,4                | 363,7      | 312      | 65,6       | 51,8            |
| Альбїон     | 72,7                | 296,5      | 267      | 47,2       | 36,8            |
| Хоней       | 70,7                | 245,8      | 221      | 55,0       | 46,3            |
| Ельсанта    | 94,3                | 186,3      | 167      | 62,2       | 43,0            |
| Джолі       | 68,9                | 275,3      | 244      | 56,7       | 42,3            |
| Дарселект   | 79,2                | 307,9      | 274      | 52,8       | 45,5            |
| Клері       | 63,6                | 173,8      | 136      | 51,7       | 45,0            |

*Джерело: складено автором на основі проведених лабораторних досліджень*

Таблиця 5

**Рекомендації цільового використання ягід суниці садової**

| Назва сорту | Рекомендації з цільового використання | Якісні показники  |
|-------------|---------------------------------------|---|
| Альба       | Споживання в свіжому вигляді          | Комплексна дегустаційна оцінка (8,8)  |
| Азія        | Споживання в свіжому вигляді          | Комплексна дегустаційна оцінка (9,26)   |
|             | Переробка                             | Високий вміст розчинних сухих речовин (10,6 %) Щільна консистенція ягід   |
| Монтерей    | Споживання в свіжому вигляді          | Комплексна дегустаційна оцінка (9,42)   |
|             | Переробка                             | Високий вміст розчинних сухих речовин (11,5 %)  |
|             | Збагачення харчових продуктів         | Високий вміст: аскорбінова кислота – 90,6 мг /100г Р-активні речовини – 281 мг/100 г Антиоксидантна активність – 252 мг/100 г |

## Chapter «Agricultural sciences»

|             |  |  |
|-------------|--|--|
| Сан-Андреас | Споживання в свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (9,26)  |
|             | переробка; сушіння; заморожування та низькотемпературне зберігання | Високий вміст розчинних сухих речовин (10,7 %)<br>Щільна консистенція  |
| Амі         | споживання у свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (9,30)  |
|             | для органічного виробництва  | Максимально стійкий до ураження фітопатогенами та захворювань;<br>Має чудові дегустаційні властивості;<br>Має високу харчову цінність ягід |
| Амі         | сушіння; заморожування та низькотемпературне зберігання            | Високий вміст розчинних сухих речовин (11,7 %)<br>Щільна консистенція ягід   |
|             | збагачення харчових продуктів                                      | Високий вміст: аскорбінова кислота – 73,3 мг/100 г, антоціани – 51,7 мг/100 г;   |
| Амі         | збагачення харчових продуктів                                      | катехіни – 312 мг/100 г;<br>рибофлавін – 1,18 мг/100 г;<br>фолієва кислота – 207 мкг/100 г<br>Антиоксидантна активність – 290,4 г/100 г    |
| Альбіон     | споживання у свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (8,38)  |
| Хоней       | споживання у свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (9,68)  |
|             | для органічного виробництва  | Максимально стійкий до ураження фітопатогенами та захворювань; Має чудові дегустаційні властивості; Має високу харчову цінність ягід       |
|             | Переробка  | Високий вміст розчинних сухих речовин (1,6%), Щільна консистенція ягід   |
| Ельсанта    | Споживання в свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (9,64)  |
|             | Переробка  | Високий вміст сухих речовин (10,6%)<br>Щільна консистенція   |
| Джолі       | Споживання в свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (9,78)  |
| Дарселект   | Споживання в свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (9,56)  |
| Клері       | Споживання в свіжому вигляді                                       | Комплексна дегустаційна оцінка (9,60)  |

*Джерело: складено автором на основі проведених лабораторних досліджень*

Для переробки рекомендуються сорти із вмістом сухих розчинних речовин у ягодах не менше 10 % – Азія, Монтерей, Сан-Андреас, Амі; Хоней, Ельсанта.

Для виробництва сушених ягід, а також заморожування та подальшого низькотемпературного зберігання рекомендуються сорти суниці з високим вмістом розчинних сухих речовин (не менше 10,5 %): Сан-Андреас, Амі, Хоней, Ельсанта. Для збагачення харчових продуктів функціональними інгредієнтами рекомендуються сорти з високим вмістом біологічно активних речовин: Монтерей та Амі.

#### **4. Вивчення ефективності використання біопрепаратів при органічному вирощуванні суниці садової**

Факультативні анаероби входять до складу багатьох біопрепаратів [15, с. 69, 16, с. 357]. Раніше нами було доведено ефективність використання ЕМ 5 як біофунгіциду при органічному виробництві ягід суниці. Враховуючи його високу ефективність, нами було вивчено ефективність використання покриття ЕМ 5 для подовження термінів зберігання ягід суниці садової та скорочення її втрат при зберіганні. З цією метою було розроблено технологію створення захисної біоплівки для ягід суниці.

Підставою вибору 1,5 %-вої концентрації розчину ЕМ 5, що є основою для створення біоплівки, стали результати досліджень, виконаних на ягодах суниці сортів Дарселект, Альбіон та Сан Андреас з використанням різних концентрацій препарату [14, с. 53]. Ефективну концентрацію препарату вивчали в діапазоні від 0,5 до 2,5 %. Було встановлено, що максимальний бар'єрний ефект досягався при концентрації ЕМ 5 у водному розчині – 1,5 %.

Оцінювали ефективність створення захисного покриття при нанесенні препарату на поверхню вегетуючих ягід. З цією метою 1,5 % розчин ЕМ 5 наносили методом зрошення на поверхню ягід за 1 годину до збирання суниці при вирощуванні в оптимальних умовах органічного виробництва із застосуванням 2,5 % розчину ЕМ 5, що використовується замість хімічних засобів захисту рослин. Для створення захисного покриття методом зрошення використовували також ягоди, отримані за інтегрованою технологією, тобто. із застосуванням хімічних фунгіцидів. Ягоди, що служать контролем при органічному



виробництві, тобто. не піддані при виробництві ніякої обробки, також були використані для створення покриття. Контролем були ягоди без покриття.

У таблиці 6 представлено інформаційну матрицю про досліджувані варіанти створення захисного покриття на ягодах суниці методами «занурення» та «зрошення». Кожен із варіантів досліду закладали на зберігання в холодильні камери, у яких підтримувалася температура 0,5 °С та відносна вологість повітря 90 %.

Таблиця 6

**Варіанти дослідів створення захисного покриття  
методами «занурення» та «зрошення»**

| <b>Назва та концентрація біопрепарату</b> | <b>Опис варіанту досліду</b>   | <b>Коротке позначення варіанту</b> |
|---|--|------------------------------------|
| EM 5 2,5 %                                | Органічне вирощування ягід з використанням біофунгіциду EM 5   | EM 5                               |
| EM 5 2,5 %                                | Органічне вирощування ягід з використанням біофунгіциду EM 5 та покриття ягід EM 5 методом занурення в 1,5 % розчин                          | EM 5 + EM 5 з зануренням           |
| EM 5 2,5 %                                | Органічне вирощування ягід з використанням біофунгіциду EM 5 та покриття ягід EM 5 методом зрошення 1,5 % розчином за 1 годину до збору ягід | EM5 + EM5 зі зрошенням             |
| 0,2% Триходермін-М                        | Органічне вирощування ягід з використанням Триходерміну М  | Триходермін-М                      |
| 0,2% Триходермін-М                        | Органічне вирощування ягід з використанням Триходерміну М та покриття ягід EM 5 методом занурення в 1,5 % розчин                             | Триходермін-М + EM 5 з зануренням  |
| Біплан 0,05 %                             | Органічне вирощування ягід з використанням Біплану   | Біплан                             |
| Біплан 0,05 %                             | Органічне вирощування ягід з використанням Біплану + та покриття ягід EM 5 методом занурення в 1,5 % розчин                                  | Біплан + EM 5 з зануренням         |
| Гліокладин М 0,05 %                       | Органічне вирощування ягід з використанням Гліокладину М   | Гліокладин М                       |

|                        |   |                                  |
|------------------------|---|----------------------------------|
| Гліокладин М<br>0,05 % | Органічне вирощування ягід з використанням Гліокладину М + покриття ягід ЕМ 5 методом занурення в 1,5 % розчин  | Гліокладин М + ЕМ 5 з зануренням |
| <b>КОНТРОЛЬ 1</b>      | Відсутність обробки ягід під час вегетації та зберігання  | Контроль 1                       |
|                        | Відсутність обробки ягід під час вегетації + покриття ягід ЕМ 5 методом занурення в 1,5 % розчин  | Контроль 1 + ЕМ 5 з зануренням   |
| <b>КОНТРОЛЬ 2</b>      | Інтегрована технологія отримання ягід з використанням хімічних фунгіцидів Фуфанон та Радоміл Голд   | Контроль 2                       |
|                        | Інтегрована технологія отримання ягід з використанням хімічних фунгіцидів Фуфанон та Радоміл Голд + покриття ягід ЕМ 5 методом занурення в 1,5 % розчин | Контроль 2                       |

Під час зберігання проводили огляд ягід, при якому враховували зміни товарного виду ягід, кількість зів'ялих та уражених фітопатогенами (таблиця 7). Протягом перших 3 та 6 днів зберігання ягоди всіх варіантів досвіду, за винятком контролю, повністю зберігали свою товарну якість. У контрольному варіанті вже на 3 добу зберігання з'явилися ягоди, уражені *Botrytis cinerea*, а на 6 добу їх вміст становив 9,11 %. Подальше зберігання ягід супроводжувалося зниженням їх товарної якості, збільшенням частки нестандартних та появою ягід, уражених сірою гниллю [17, с. 175].

Використання органічного способу виробництва ягід позитивно вплинуло на тривалість їх зберігання з високим виходом стандартних ягід через 15 днів зберігання у варіанті Триходермін М + ЕМ 5 з зануренням – 90,8 %. Створення на поверхні суниці біоплівки сприяло збільшенню виходу стандартних ягід суниці через 9, 12 та 15 днів зберігання у всіх варіантах досліду. Обробка

хімічними фунгіцидами при виробництві суниці (Контроль 2) також сприяла збільшенню виходу стандартних ягід порівняно з контролем.

До варіантів, що максимально зберегли стандартну якість ягід (більше 90 %) через 9 днів зберігання, як з покриттям ЕМ 5, так і без покриття відносяться варіанти ЕМ 5+ЕМ 5 з зануренням та

Таблиця 7

## Вплив біоплівки на зберігання ягід суниці органічного способу виробництва

| Варіант досліду                        | Вміст ягід при зберіганні, % |                         |             |                         |             |                         |              |                         |              |                         |       |      |      |      |
|--|------------------------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|-------|------|------|------|
|  | через 3 доби                 |                         | через 6 дів |                         | через 9 дів |                         | через 12 дів |                         | через 15 дів |                         |       |      |      |      |
|  | стандартні                   | уражені Botytis cinerea | стандартні  | уражені Botytis cinerea | стандартні  | уражені Botytis cinerea | стандартні   | уражені Botytis cinerea | стандартні   | уражені Botytis cinerea |       |      |      |      |
| EM 5 2,5 %                             | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 90,5        | 4,8                     | 84,9         | 5,6                     | 9,5          | 70,6                    | 12,70 | 16,7 |      |      |
| EM 5 2,5 % обробка з зануренням        | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 98,0        | 1,85                    | 90,6         | 4,6                     | 4,8          | 80,2                    | 8,77  | 11,1 |      |      |
| EM 5 2,5 % обробка зі зрошенням        | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 100,0       | -                       | 91,4         | 2,6                     | 6,0          | 78,6                    | 11,13 | 10,2 |      |      |
| 0,2% Триходермін-М                     | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 94,2        | 0,838                   | 5,0          | 86,7                    | 3,3          | 10,0                    | 79,2  | 3,3  | 17,5 |      |
| 0,2% Триходермін-М+ EM 5 з зануренням  | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 100,0       | -                       | 94,1         | -                       | 5,9          | 90,8                    | 1,7   | 7,5  |      |      |
| Біплан 0,05 %                          | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 89,6        | 2,0                     | 8,5          | 80,2                    | 2,8          | 17,0                    | 69,9  | 5,7  | 24,5 |      |
| Біплан 0,05 %+ EM 5 з зануренням       | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 94,9        | 2,6                     | 2,6          | 84,5                    | 4,1          | 11,3                    | 75,3  | 5,2  | 19,6 |      |
| Глюклаглін М 0,05 %                    | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 80,2        | 5,4                     | 14,5         | 76,9                    | 5,1          | 18,0                    | 72,3  | 3,9  | 23,9 |      |
| Глюклаглін М 0,05 %+ EM 5 з зануренням | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 90,5        | 2,2                     | 7,3          | 80,2                    | 9,4          | 10,5                    | 79,5  | 5,5  | 15,0 |      |
| КОНТРОЛЬ 1 (без оброб.)                | 96,6                         | -                       | 87,7        | 3,2                     | 9,1         | 76,4                    | 6,4          | 17,3                    | 66,9         | 9,4                     | 23,7  | 52,5 | 14,4 | 33,1 |
| КОНТРОЛЬ 1 +EM 5 з занур               | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 87,9        | 0,8                     | 11,4         | 78,8                    | 5,3          | 15,9                    | 65,9  | 9,1  | 25,0 |      |
| КОНТРОЛЬ 2 (Радоміл Голд таФуфанон)    | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 96,6        | 0,9                     | 2,6          | 82,7                    | 4,3          | 13,0                    | 69,8  | 12,9 | 17,2 |      |
| КОНТРОЛЬ 2 +EM 5 з занур.              | 100,0                        | -                       | 100,0       | -                       | 100,0       | -                       | -            | 89,8                    | 4,1          | 6,1                     | 75,4  | 12,3 | 12,4 |      |

ЕМ 5+ЕМ 5 зі зрошенням, а також використання хімічних фунгіцидів (Контроль 2). При цьому створення біоплівки на поверхні ягід збільшує вихід стандартних ягід у зазначених варіантах досліду на 7,5 %, 5,4 % та 3,5 % відповідно, а вміст ягід, заражених сірою гниллю, знижується на 4,5 %, 5,0 % та 3,5 %.

Зазначимо, що створення на поверхні ягід суниці біоплівки позитивно впливало на збереження ягід стандартної якості протягом досліджуваного періоду зберігання. У всіх досліджуваних варіантах досліду додаткова обробка ягід ЕМ 5 сприяла зниженню ураженню ягід сірою гниллю та призвело до збільшення виходу стандартних ягід [1, с. 287].

Створення захисного покриття методом зрошення – варіант 4 (ЕМ 5+ЕМ 5 зі зрошенням) відкриває альтернативу отримання захисного покриття на поверхні ягід суниці методом зрошення 1,5 % розчином ЕМ 5 безпосередньо на грядках за 1 годину до збору суниці. Враховуючи простоту та високу ефективність запропонованого методу, стає можливим його використання в будь-яких господарствах, що займаються вирощуванням та реалізацією ягід суниці [18, с. 52].

Результати проведених досліджень показали, що тривалість зберігання, протягом якої 90 % ягід зберегли товарний вигляд, склала 15 днів для варіанта 5 (Фітоспорин+ЕМ 5 з зануренням), 12 днів – для варіантів 2 (ЕМ 5+ЕМ 5 з зануренням) та 3 (ЕМ 5+ЕМ 5 зі зрошенням). Відсутність ураження сірою гниллю ягід протягом зазначеного періоду зберігання даних варіантів склала 84,9 %, 90,6 % і 91,4 % відповідно.

Оцінімо ефективність запропонованих заходів у досліджуваних варіантах досліду протягом 15 днів зберігання ягід (таблиця 8), що визначається ставленням різниці розвитку *Botrytis cinerea* у контролі та досліджуваному

варіанті до розвитку *Botrytis cinerea* у контролі, помноженому на 100 [19, с. 1404]. Отримані результати яскраво свідчать про ефективність застосування ЕМ 5 при обробці ягід протягом досліджуваного періоду. Найбільший вихід здорових неуражених ягід отримано при додатковій обробці ягід перед відправкою на зберігання ЕМ 5 у всіх варіантах досліду. Ураженість ягід сірою гниллю протягом 15 денного зберігання знизилася у 1,3-4,4 рази, порівняно з необробленим варіантом контролю.

**Ефективність створення захисних покриттів на поверхні ягід суниці  
у процесі зберігання**

| Варіант досліду                                  | Період зберігання ягід |       |       |       |        |       |        |      |  |  |
|--|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|--|--|
|  | 6 дів                  |       | 9 дів |       | 12 дів |       | 15 дів |      |  |  |
|  | 1*                     | 2*    | 1     | 2     | 1      | 2     | 1      | 2    |  |  |
| EM 5 2,5 %                                       | -                      | 100,0 | 4,76  | 72,4  | 9,52   | 59,9  | 16,67  | 49,6 |  |  |
| EM 5 2,5 % обробка з зануренням                  | -                      | 100,0 | 0,25  | 98,6  | 4,77   | 79,9  | 11,05  | 66,6 |  |  |
| EM 5 2,5 % обробка зі зрошенням                  | -                      | 100,0 | -     | 100,0 | 6,00   | 74,7  | 10,24  | 69,1 |  |  |
| 0,2% Триходермін-М                               | -                      | 100,0 | 5,0   | 71,0  | 10,0   | 57,9  | 17,50  | 47,1 |  |  |
| 0,2% Триходермін-М+ EM 5 з зануренням            | -                      | 100,0 | -     | 100,0 | 5,88   | 97,6  | 7,53   | 77,2 |  |  |
| Біплан 0,05 %                                    | -                      | 100,0 | 8,49  | 50,8  | 16,98  | 28,5  | 24,47  | 26,1 |  |  |
| Біплан 0,05 %+ EM 5 з зануренням                 | -                      | 100,0 | 2,58  | 85,1  | 11,34  | 52,23 | 19,59  | 40,8 |  |  |
| Глюкладин М 0,05 %                               | -                      | 100,0 | 14,45 | 16,3  | 18,03  | 24,1  | 23,87  | 27,9 |  |  |
| Глюкладин М 0,05 %+ EM 5 з зануренням            | -                      | 100,0 | 7,30  | 57,7  | 10,45  | 56,0  | 14,96  | 54,8 |  |  |
| КОНТРОЛЬ 1 (без оброб.)                          | 9,11                   | 0,0   | 17,26 | 0,0   | 23,74  | 0,0   | 33,09  | 0,0  |  |  |
| КОНТРОЛЬ 1 + EM 5 з занур.                       | -                      | 100,0 | 11,35 | 34,2  | 15,91  | 33,0  | 25,00  | 24,4 |  |  |
| <b>КОНТРОЛЬ 2<br/>(Радоміл Голд та Фухфанон)</b> | -                      | 100,0 | 2,59  | 85,0  | 13,03  | 45,11 | 17,24  | 47,9 |  |  |
| КОНТРОЛЬ 2 + EM 5 з занур.                       | -                      | 100,0 | -     | 100,0 | 6,12   | 74,2  | 12,36  | 62,6 |  |  |

*Джерело: складено автором на основі проведених лабораторних досліджень*

Найбільша біологічна ефективність у другому варіанті з зануренням варіанті через 9 днів зберігання становила 98,6 %, через 12 днів зберігання – 79,9 %, через 15 днів – 66,6 %. У варіанті зі створенням біоплівки методом зрошення біологічна ефективність через зазначені періоди зберігання становила 100,0 %; 74,7 % та 69,1 %.

Обробка хімічними фунгіцидами у період вегетації також показала хорошу біологічну ефективність при зберіганні ягід, особливо у варіанті з додатковою обробкою ягід біофунгіцидом ЕМ 5 – 100,0 %, 74,2 %, 62,6 % відповідно.

Зменшення маси ягід суниці в досліджуваних варіантах досліду представлено в таблиці 9.

Таблиця 9

**Природне зменшення маси ягід суниці садової при зберіганні в досліджуваних варіантах досліду, %**

| Варіант досліду                        | Тривалість зберігання, доба |      |      |      |      |
|--|-----------------------------|------|------|------|------|
|  | 3                           | 6    | 9    | 12   | 15   |
| ЕМ 5 2,5 %                             | 1,92                        | 3,13 | 4,05 | 5,29 | 6,26 |
| ЕМ 5 2,5 % обробка з зануренням        | 1,62                        | 2,85 | 3,62 | 4,83 | 5,70 |
| ЕМ 5 2,5 % обробка зі зрошенням        | 1,33                        | 2,86 | 3,78 | 4,95 | 6,07 |
| 0,2% Триходермін-М                     | 1,97                        | 3,41 | 4,94 | 6,08 | 7,31 |
| 0,2% Триходермін-М+ ЕМ 5 з зануренням  | 1,52                        | 2,97 | 4,39 | 5,43 | 6,58 |
| Біплан 0,05 %                          | 1,18                        | 2,34 | 3,49 | 4,75 | 5,85 |
| Біплан 0,05 %+ ЕМ 5 з зануренням       | 0,70                        | 1,68 | 2,82 | 3,99 | 5,04 |
| Гліокладин М 0,05 %                    | 1,91                        | 2,74 | 4,02 | 5,08 | 6,34 |
| Гліокладин М 0,05 %+ ЕМ 5 з зануренням | 1,50                        | 2,10 | 3,32 | 4,36 | 5,56 |
| КОНТРОЛЬ 1 (без обробки)               | 2,35                        | 3,54 | 5,45 | 6,63 | 8,31 |
| КОНТРОЛЬ 1 +ЕМ 5 з занур               | 1,84                        | 3,04 | 4,93 | 6,06 | 7,65 |
| КОНТРОЛЬ 2 (Радоміл Голд таФуфанон)    | 2,09                        | 3,20 | 4,54 | 6,28 | 7,63 |
| КОНТРОЛЬ 2 + ЕМ 5 з занур.             | 1,83                        | 2,77 | 3,69 | 5,37 | 6,45 |

*Джерело: за результатами проведених аналітичних досліджень*

Додаткова обробка стиглих ягід 1,5%-вим розчином ЕМ 5 методом занурення перед закладкою на зберігання сприяла зниженню втрат маси ягід у процесі їх зберігання від 9,0 % до 13,9 % у порівнянні з ягодами без покриття біоплівкою. Подібна закономірність відзначена

у всіх варіантах досліду незалежно від виду біофунгіциду, що використовується для обробки рослин суниці садової під час цвітіння та формування ягід [20, с. 8; 21, с. 2]. Обробка ягід ЕМ 5 зі зрошенням також сприяла зниженню втрат маси суниці в процесі зберігання – на 3,04 % у порівнянні з контрольними варіантами.

### 5. Висновки

На основі проведених досліджень можна зробити висновки:

Дослід 1:

На підставі результатів органолептичної оцінки проведено ранжування сортів суниці садової за сенсорною характеристикою при дегустаційній оцінці свіжих ягід.

На підставі комплексу досліджень було обґрунтовано вибір ботаничних сортів ягід суниці садової для здійснення органічного виробництва, що мають максимальну стійкість до захворювань та ураження фітопатогенами, підвищеними органолептичними властивостями та високою харчовою цінністю – сорти ягід Амі та Хоней;

Враховуючи, що для переробки (заморожування, сушіння) ягід велике значення має вміст сухих речовин, стійкість до фітопатогенів, щільна консистенція ягід, проведено ранжування досліджених сортів суниці садової та рекомендовані сорти для переробки шляхом заморожування та сушіння.

На підставі результатів досліджень харчової цінності суниці садової при вирощуванні в 4 світловій зоні України та інтегральної оцінки проведено їх ранжування за рівнем вмісту та спектром біологічно активних речовин, що дозволяють проектувати збалансовані за харчовою цінністю продукти харчування для задоволення потреб організму людини в необхідних нутрієнтах та мінорних компонентах: суниця садова сортів Амі, Ельсанта та Хоней.

Дослід 2:

В результаті проведених досліджень було встановлено, що поєднання органічного способу виробництва ягід суниці садової зі створенням захисної біоплівки на основі біофунгіциду ЕМ 5 сприяє збільшенню термінів зберігання від 6 до 12 діб, збільшуючи тим самим термін придатності ягід до 15 діб в той же час на контрольних варіантах цей показник склав – 3 доби.

Для зниження втрат товарної якості суниці садової від ураження *Botrytis cinerea* та зменшення природних втрат маси ягід рекомендується створення захисної біоплівки методом «занурення» на ягодах при органічному способі вирощування. При цьому найбільш ефективним є застосування біопрепаратів 0,2% Триходермін-М + 1,5 % ЕМ 5.

### Список літератури:

1. Ковальов М.М., Щербина Є.В. Ефективність використання біопрепаратів для збільшення термінів зберігання ягід суниці садової *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки*. 2023. Вип. 131. С. 280–289. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.34>.
2. ДСТУ 7653:2014 Суниця свіжа. Технічні умови. – [Чинний від 01.07.2015]. Київ : Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України, 2014. 8 с. (Національні стандарти України).
3. Методика проведення експертизи сортів плодово-ягідних, горіхоплідних культур та винограду; За ред. В. В. Волкодава. Київ : Алефа, 2005. 117 с.
4. Hosseini, A., Koushesh Saba, M., & Watkins, C. B. Microbial antagonists to biologically control postharvest decay and preserve fruit quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2023, Vol. 64, no. 21, pp. 7330–7342. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2184323>
5. Zhang, Li H, He Z. Q, Qin, G. Z, Tian, S. P. Comparative proteomics reveals the potential targets of BcNoxR, a putative regulatory subunit of NADPH oxidase of *Botrytis cinerea*. *Mol Plant-Microbe Interact*. 2016, Vol. 29, no. 12, pp. 990–1003. DOI: <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-16-0227-R>
6. Zhao L, Lan C, Tang X, Li B, Zhang X, Gu X, Zhang H Efficacy of *Debaryomyce hansenii* in the biocontrol for postharvest soft rot of strawberry and investigation of the physiological mechanisms involved. *Biol Control*. 2022, no. 174:pp. 105011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105011/>
7. Avis, T. J. and Belanger, R. R. Mechanisms and means of detection of biocontrol activity of *Pseudozyma* yeasts against plant-pathogenic fungi. *FEMS Yeast Res*. 2002, No. 2, pp. 5–8. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2002.tb00062.x>
8. Z. Zhang, T. Chen, B. Li, G. Qin, S. Tian, Molecular basis of pathogenesis of postharvest pathogenic Fungi and control strategy in fruits: progress and prospect, *Molecular Horticulture*. 2021, no. 1, pp. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43897-021-00004-x>
9. Zhimo, V.Y., Kumar, A., Biasi, A., Salim, S., Feygenberg, O., Toamy, M.O., Medina, M.S., Freilich, S., Wisniewski, M., Droby, S.. Compositional shifts in the strawberry fruit microbiome in response to near-harvest application of *Metschnikowia fructicola*, a yeast biocontrol agent. *Postharvest Biol Technol*. 2021, no. 175, pp. 111469. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111469>



10. Li, B., Peng, H. and Tian, S. Attachment capability of antagonistic yeast *Rhodotorula glutinis* to *Botrytis cinerea* contributes to biocontrol efficacy. *Front. Microbiol.* 2016, no. 7, p. 601. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00601>

11. Anami, J. M., Steffens, C. A., Moreira, M. A., Fernandes, R. C., Mosquera, D. J. C., & Amarante, C. V. T. D. Active modified atmosphere storage to preserve the quality of 'San Andreas' strawberries harvest at two ripening stages. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2020, no. 42. p. 1. URL: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/XCrTzhCWsqFLbCS8VhrGD9v/?lang=en>

12. Godana, E. A., Yang, Q. et al. Biotechnological and Biocontrol Approaches for Mitigating Postharvest Diseases Caused by Fungal Pathogens and Their Mycotoxins in Fruits: A Review. *J Agric Food Chem.* 2023. Vol. 71, no. 46, pp. 17584-17596. doi: 10.1021/acs.jafc.3c06448. Epub 2023 Nov 8. PMID: 37938803.

13. Hao Fan, Xue-Hua Shao et al.. Exploring Brominated Aromatic Butenolides from *Aspergillus terreus* EGF7-0-1 with Their Antifungal Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2024, pp. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c04728>

14. Ковальов М. М. Вплив біопрепаратів та мульчуючих матеріалів на вирощування *Fragaria ananassa* в умовах відкритого ґрунту. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. Сільськогосподарські науки.* 2022. Вип. 125. С. 47–55.

15. Agyare, S, Magan, N, Xu, X. Conditions for infection of strawberry fruit by *M. piriformis* and *Rhizopus* spp. *Eur J. Plant Pathol*, 2020, 157, pp. 65–75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01981-3>

16. Duran M, Aday, M.S., Zorba, N.N.D., Temizkan, R., Buyukcan, M.B., Caner, C.. Potential of antimicrobial active packaging 'containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating' to extend shelf life of fresh strawberry. *Food Bioprod Process.* 2016, no. 98, pp. 354–363. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.01.007>

17. Levin E, Raphael G, et al. Identification and functional analysis of NLP-encoding genes from the postharvest pathogen *Penicillium expansum*. *Microorganisms.* 2019, Vol. 7, no. 6, pp. 175. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7060175>

18. Feliziani, E and Romanazzi, G.. Postharvest decay of strawberry fruit: etiology, epidemiology, and disease management. *J Berry Res*, 2016, no. 6, pp. 47–63. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-150113/>

19. Kowalska, J, Krzywińska, J, Tyburski, J. Yeasts as a potential biological agent in plant disease protection and yield improvement – a short review. *Agriculture*, 2022, no. 12, pp. 1404. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12091404>

20. Hosseini, A., & Koushesh Saba, M. & Watkins, C.B. Microbial antagonists to biologically control postharvest decay and preserve fruit quality, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2023, pp. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2184323>.

21. Zhang, ZQ., Chen, T., Li, B. Q. et al. Molecular basis of pathogenesis of postharvest pathogenic Fungi and control strategy in fruits: progress and prospect. *Mol Horticulture*, 1, 2 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1186/s43897-021-00004-x/>

**References:**

1. Kovalov, M. M., Shcherbyna, Ye. V. (2023). Efektyvnist vykorystannia biopreparativ dlia zbilshennia terminiv zberihannia yahid sunytsi sadovoi [The effectiveness of the use of biological preparations to increase the shelf life of garden strawberries]. *Tavriiskyi naukovi visnyk: Naukovyi zhurnal. Silskohospodarski nauky – Taurian scientific bulletin: Scientific journal. Agricultural sciences*. Vol. 131, Helvetica, pp. 280–289. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.34> (in Ukrainian)
2. Sunytsya svizha. Tekhnichni umovy [Fresh strawberries. Specifications]. (2015) *DSTU 7653:2014* from 1d July 2015. Kyiv: Horticulture Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. (in Ukrainian)
3. Volkodav, V. V. (Eds.) (2005) *Metodyka provedennya ekspertyzy sortiv plovodo-yahidnykh, horikhoplidnykh kul'tur ta vynohradu*. Kyiv: Alefa. (in Ukrainian)
4. Hosseini, A., Koushesh Saba, M., & Watkins, C. B. (2023) Microbial antagonists to biologically control postharvest decay and preserve fruit quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 64, no. 21, pp. 7330–7342. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2184323>
5. Zhang, Li H, He Z. Q, Qin, G. Z, Tian, S. P. (2016) Comparative proteomics reveals the potential targets of BcNoxR, a putative regulatory subunit of NADPH oxidase of *Botrytis cinerea*. *Mol Plant-Microbe Interact*. Vol. 29, no. 12, pp. 990–1003. DOI: <https://doi.org/10.1094/MPMI-11-16-0227-R>
6. Zhao L, Lan C, Tang X, Li B, Zhang X, Gu X, Zhang, H. (2022) Efficacy of *Debaryomyce hansenii* in the biocontrol for postharvest soft rot of strawberry and investigation of the physiological mechanisms involved. *Biol Control*. no. 174, pp. 105011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.105011>
7. Avis, T. J. and Belanger, R. R. (2002) Mechanisms and means of detection of biocontrol activity of *Pseudozyma* yeasts against plant-pathogenic fungi. *FEMS Yeast Res*. No. 2, pp. 5–8. DOI: [10.1111/j.1567-1364.2002.tb00062.x](https://doi.org/10.1111/j.1567-1364.2002.tb00062.x)
8. Zhang, Z., Chen, T., Li, B., Qin, G., Tian, S. (2021) Molecular basis of pathogenesis of postharvest pathogenic Fungi and control strategy in fruits: progress and prospect. *Molecular Horticulture*. no. 1, pp. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43897-021-00004-x>
9. Zhimo, V. Y., Kumar, A., Biasi, A., Salim, S., Feygenberg, O., Toamy, M.O., Medina, M.S., Freilich, S., Wisniewski, M., Droby, S. (2021) Compositional shifts in the strawberry fruit microbiome in response to near-harvest application of *Metschnikowia fructicola*, a yeast biocontrol agent. *Postharvest Biol Technol.*, no. 175, pp. 111469. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111469>
10. Li, B., Peng, H. and Tian, S. (2016) Attachment capability of antagonistic yeast *Rhodotorula glutinis* to *Botrytis cinerea* contributes to biocontrol efficacy. *Front. Microbiol*. no. 7, pp. 601. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00601>
11. Anami, J. M., Steffens, C. A., Moreira, M. A., Fernandes, R. C., Mosquera, D. J. C., & Amarante, C. V. T. D. (2020) Active modified atmosphere storage to preserve the quality of San Andreas' strawberries harvest at two ripening stages. *Revista Brasileira de Fruticultura*, no. 42. p. 1. URL: <https://www.scielo.br/j/rbfb/a/XCrTzhCWSqFLbCS8VhrGD9v/?lang=en>

12. Godana, E.A., Yang, Q. et al. (2023) Biotechnological and Biocontrol Approaches for Mitigating Postharvest Diseases Caused by Fungal Pathogens and Their Mycotoxins in Fruits: A Review. *J Agric Food Chem.* Vol. 71, no. 46, pp. 17584-17596. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c06448>

13. Hao Fan, Xue-Hua Shao, et al. (2024) Exploring Brominated Aromatic Butenolides from *Aspergillus terreus* EGF7-0-1 with Their Antifungal Activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* pp. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c04728>

14. Kovalov, M. M. (2022) Vplyv biopreparativ ta mulchuiuchykh materialiv na vyroshchuvannya *Fragaria ananassa* v umovakh vidkrytoho gruntu. [The effect of biological preparations and mulching materials on the cultivation of *Fragaria ananassa* in open ground conditions]. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk: Naukovyy zhurnal. Sil's'kohospodars'ki nauky. Vydavnychyy dim «Hel'vetyka» - Tavria Scientific Bulletin: Scientific Journal. Agricultural sciences. Helvetica*, Vol. 125, pp. 47-55. (in Ukrainian)

15. Agyare, S, Magan, N, Xu, X. (2020) Conditions for infection of strawberry fruit by *M. piriformis* and *Rhizopus* spp. *Eur J Plant Pathol*, 157, pp. 65–75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01981-3>

16. Duran, M., Aday, M. Set al. (2016) Potential of antimicrobial active packaging 'containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating' to extend shelf life of fresh strawberry. *Food Bioprod Process*, no. 98, pp. 354–363. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.01.007>

17. Levin, E., Raphael, G., et al. (2019) Identification and functional analysis of NLP-encoding genes from the postharvest pathogen *Penicillium expansum*. *Microorganisms*. Vol. 7, no. 6, pp. 175. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7060175>

18. Feliziani, E and Romanazzi, G. (2016) Postharvest decay of strawberry fruit: etiology, epidemiology, and disease management. *J Berry Res*, no. 6, pp. 47–63. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-150113/>

19. Kowalska, J, Krzysińska, J, Tyburski, J. (2022) Yeasts as a potential biological agent in plant disease protection and yield improvement – a short review. *Agriculture*, no. 12, pp. 1404. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12091404>

20. Hosseini, A., & Koushesh Saba, M. & Watkins, C.B. (2023) Microbial antagonists to biologically control postharvest decay and preserve fruit quality, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* pp. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2184323>

21. Zhang, ZQ., Chen, T., Li, B. Q. et al. (2021) Molecular basis of pathogenesis of postharvest pathogenic Fungi and control strategy in fruits: progress and prospect. *Mol Horticulture*, no. 1, pp. 2. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43897-021-00004-x>