

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ГРИНИК РОМАН ІГОРОВИЧ

УДК 634.75:634.19:631.527:477.7

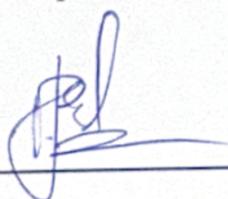
ДИСЕРТАЦІЯ

**ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ СУНИЦІ САДОВОЇ
(*FRAGARIA*×*ANANASSA*) ТА ЖИМОЛОСТІ ГОЛУБОЇ (*LONICERA*
CAERULEA) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Спеціальність **203** Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство
Галузь знань **20** – Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело


_____ **Роман ГРИНИК**

Науковий керівник:
Людмила ШЕВЧУК, доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Гриник Р.І. Формування якості плодів суниці садової (*Fragaria×ananassa*) та жимолості голубої (*Lonicera caerulea*) в умовах Лісостепу України

Дисертаційна робота на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 203 «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство» (20 – Аграрні науки та продовольство) – Інститут садівництва НААН, Київ, 2026.

Дисертаційна роботи містить результати досліджень впливу погодних умов періоду вегетації від її початку до завершення плодоношення плодів суниці садової та жимолості голубої на формування врожайності, фізичних, споживчих і фітоцінних показників якості. Окремим розділом приставлені результати вивчення придатності плодів суниці садової та жимолості до сублімування та сушіння, висвітлені дані щодо збереження біологічно активних речовин під впливом різних термічних обробок (ліофілізації та конвективного сушіння).

Наукова новизна досліджень полягає в тому, що вперше встановлено вплив погодних умов вегетаційного періоду на формування урожайності, споживчих і фітоцінних якостей плодів суниці садової та жимолості голубої. Шляхом кореляційного аналізу встановлено статистично значущу кореляцію між гідрометеорологічними умовами та вмістом поживних та біологічно активних речовин у плодах досліджуваних культур. Проведено наукове оцінювання сенсорних характеристик та вмісту біологічно активних речовин сублімованих та дегідратованих плодів суниці садової і жимолості голубої, а також сублімованої продукції й сухофруктів, що зумовлюють економічну ефективність їхньої переробки.

Практичне значення результатів наукової роботи полягає у підборі сортів суниці садової та жимолості голубої для створення цільових насаджень (споживання у свіжому вигляді та перероблення) у Лісостепу України, які за

умов глобальних змін клімату забезпечать найвищу продуктивність та відповідну якість продукції і продуктів переробки.

Встановлено, що для проходження фенофаз росту та бутонізації рослинами суниці садової сортів ранніх термінів досягання достатньо суми активних температур 10 °С та вище в межах 248,3–315,8 °С, для середньостиглих 293,4–306,9°С та пізньостиглих – 305,2–384,5 °С. Цвітіння сортів жимолості голубої настає при середньодобових температурах повітря 6,5–11,5 °С. Тривалість інтервалу від початку цвітіння до настання фази масового плодоношення жимолості голубої варіює в межах 30–61 доба; знайдено детермінуючий вплив температурного фактору, на швидкість проходження цього етапу онтогенезу.

Для створення насаджень суниці в умовах глобальних змін клімату найкращим сортом є Вайбрант, оскільки він забезпечує максимальний вихід продукції I-го товарного сорту навіть у несприятливі роки. Сорти Атлантида, Флоренс та Вайбрант є найбільш цінними для промислового вирощування та тривалого транспортування, оскільки їхні ягоди зберігають стабільну твердість. Зазначений показник якості плодів суниці садової прямо залежить від умісту в них початкового протопектину (коефіцієнти кореляції $r = 0,624 - r = 0,999$).

Із сортів жимолості голубої стабільно високою урожайністю виділилися сорти Дует та Аврора – 9,6 та 9,7 т/га. У цих же сортів і маса плоду була найвищою – відповідно 1,5 та 1,9 г.

Погодні умови періоду росту та розвитку суниці впливають не лише на загальну кількість сухих розчинних речовин у плодах, а й на частку цукрів у сухому залишку. У сприятливі роки частка цукрів у СРР становила 80–92 %. У ягодах жимолості голубої кількість СРР і цукрів є гомеостатичною у межах культури, оскільки різкого міжсортного коливання за роки досліджень не встановлено.

Високою генетичною стабільністю вмісту титрованих кислот наділені сорти суниці Вайбрант і Флоренс. Найкращі смакові показники якості (найвищий ЦКІ) плодів суниці спостерігалися у посушливому та теплому 2024 році (середній ЦКІ – 6,4) через низький уміст титрованих кислот та

високий уміст цукрів. Найвищим ЦКІ в плодів жимолості голубої сортів Дует, Спокуси та Алісія був у 2023 році, коли період росту та розвитку їхніх плодів видався сухим, опадів випало від 9,1–8,4 мм.

Установлено, що найменш варіабельним та незалежним від погодних умов вирощування виявився вміст вітаміну С у плодах сорту Геркулес, поліфенолів – також у згаданого сорту, Презента та Ольвії, антоціанів – в останнього з названих сортів. Знайдено сильний кореляційний зв'язок вмісту вітаміну С із середньодобовими температурами повітря та флаваноїдів із гідротермічним коефіцієнтом періоду росту та розвитку плодів. Залежності істотно різнилися як від біоактивної складової плодів, так і від сорту.

Слабка варіабельність умісту вітаміну С ($V = 10,7\%$), поліфенолів ($V = 5,3\%$), флаваноїдів ($V = 8,0\%$) та антоціанів ($V = 7,3\%$) у плодах жимолості голубої свідчить про високу стабільність та однорідність вмісту зазначених біоскладових у її плодах.

Доведено, що сублімаційне сушіння набагато краще зберігає сенсорні показники плодів суниці садової та жимолості голубої, а ніж конвективне. Плоди суниці садової масою до 13,0 г можна сублімувати цілими, а вище – різати навпіл або на чверть. Найкращими за сенсорними показниками якості були сублімати суниці садової виготовлені із сортів Ольвія та Атлантиди, жимолості голубої сорту Дует.

З біоактивних речовин у процесі термічної обробки плоди суниці та жимолості голубої найбільше втрачаються флаваноїди. Суниця садова до 97,0 %, жимолость голуба до 76,8 % за конвективного сушіння, за ліофілізації втрати становлять максимум 87,0 та 56,4 % відповідно.

Аскорбінова складова в сублімованих плодах суниці втрачається в середньому на 21 %, а в сушених – на 48 %, поліфеноли – на 33 і 52 % відповідно, антоціани – на 15 та 58 % відповідно.

Максимально, за ліофілізації фітоскладові були збережені в сорту суниця Ольвія, а саме: уміст вітаміну С – на 90 %, поліфенолів – на 93 % та антоціанів – на 92 %. Найменшими втратами вітаміну С в процесі сублімування виділилися

сорт жимолості Дуєт – 25,9 %. Зменшення загальних фенолів у сушених плодів становило 1845 мг, а сублімованих – 828 мг. Плоди всіх досліджуваних сортів жимолості голувої у процесі сушіння втрачали понад 32 % загальних поліфенолів.

Найвищий прибуток від реалізації плодів, а відповідно і рівень рентабельності, у всі роки досліджень був отриманий для сортів суниці садової Веселка та Вайбрант. Найбільш варіабельним за роками досліджень виявився рівень рентабельності виробництва плодів сорту Атлантида (79,6–139,0 %).

Найвищий прибуток (від 600 до 1200 тис. грн./га) та рівень рентабельності (83,3–150,0 %) від реалізації плодів жимолості голувої всіх сортів, що досліджували, був отриманий у 2025 році. Саме в цей рік найвищою була урожайність і маса плодів, від якої залежить ціна реалізації.

За сублімування та конвективного сушіння суниці найвищий вихід готового продукту було отримано у сортів Флоренс і Вайбрант, жимолості голувої Алісія (16,7 кг сублімату; 18,7 кг сушених). Проте максимальну економічну ефективність продемонстрував сорт Дуєт, зокрема завдяки винятковим якісним характеристикам (оцінка 4,9 бали за зовнішній вигляд).

Отже, у дисертаційній роботі проведений комплексний аналіз впливу гідротермічних умов вегетаційного періоду на формування врожайності, морфологічних та фітохімічних параметрів плодів суниці садової та жимолості голувої. Встановлено детермінуючу роль температурного фактору у проходженні фенофаз розвитку рослин та виявлено сорти суниці садової і жимолості голувої з високою генетичною стабільністю біохімічного складу. Науково обґрунтовані переваги методу ліофілізації порівняно з конвективним сушінням, що забезпечує значно вищий рівень збереження біологічно активних речовин у готовій продукції. Встановлено кореляційну залежність між умістом протопектину і твердістю ягід, а також між погодними умовами та цукрово-кислотним індексом плодів. Економічний аналіз підтвердив високу адаптивність сортів суниці садової Веселка та Вайбрант до умов року вирощування. Визначено сорти суниці садової та жимолості голувої, які

характеризуються високим ступенем збереження органолептичних властивостей і вмісту біологічно активних речовин у процесі ліофілізації. Доцільність використання обраної сировини підтверджено розрахунками економічної ефективності виробництва сублимованої продукції.

Ключові слова: *Fragaria*×*ananassa*, *Lonicera caerulea*, урожайність, гідротермічні фактори, якісні показники плодів, ліофілізація.

ABSTRACT

Hrynyk R.I. The development of fruit quality in garden strawberries (*Fragaria × ananassa*) and blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in the Forest-Steppe of Ukraine.

Doctoral dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 203 “Horticulture, Fruit and Vegetable Growing, and Viticulture” (20 – Agricultural Sciences and Food) – Institute of Horticulture, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv, 2026.

The dissertation presents the results of studies on the influence of weather conditions during the growing season – from its beginning to the end of fruiting – on the yield, physical, consumer, and phytochemical quality indicators of garden strawberries and blue honeysuckle. A separate chapter presents the results of a study on the suitability of garden strawberry and blue honeysuckle fruits for freeze-drying and drying, and highlights data on the preservation of biologically active substances under the influence of various thermal treatments (lyophilization and convective drying).

The scientific novelty of this research lies in the fact that, for the first time, the influence of weather conditions during the growing season on the formation of yield, consumer qualities, and phytonutrient content in the fruits of garden strawberries and blue honeysuckle has been established. Correlation analysis revealed a statistically significant correlation between hydrometeorological conditions and the content of nutrients and biologically active substances in the fruits of the studied crops. A scientific evaluation was conducted of the sensory characteristics and content of biologically active substances in freeze-dried and dehydrated fruits of garden strawberries and blue honeysuckle, as well as freeze-dried products and dried fruits, which determine the economic efficiency of their processing.

The practical significance of the research results lies in the selection of garden strawberry and blue honeysuckle varieties for establishing specialized plantings (for fresh consumption and processing) in the Forest-Steppe region of Ukraine, which,

under conditions of global climate change, will ensure the highest productivity and corresponding quality of the produce and processed products.

It has been established that for early-maturing garden strawberry varieties to complete their growth and budding phenophases, a sum of active temperatures (10 °C and above) ranging from 248.3 to 315.8 °C is sufficient; for mid-season varieties, 293.4–306.9 °C, and for late-season varieties, 305.2–384.5 °C. Flowering of blue honeysuckle varieties occurs at average daily air temperatures of 6.5–11.5 °C. The duration of the interval from the start of flowering to the onset of the mass fruiting phase of blue honeysuckle varies between 30 and 61 days; a determining influence of the temperature factor on the rate of this stage of ontogenesis has been identified.

For establishing strawberry plantings under conditions of global climate change, the best variety is Vibrant, as it ensures maximum yield of Grade I marketable fruit even in unfavorable years. The Atlantis, Florence, and Vibrant varieties are the most valuable for commercial cultivation and long-distance transport, as their berries maintain consistent firmness. This indicator of garden strawberry fruit quality is directly dependent on their initial protopectin content (correlation coefficients $r = 0.624 - r = 0.999$).

Among blue honeysuckle varieties, the Duet and Aurora varieties stood out for their consistently high yields – 9.6 and 9.7 t/ha, respectively. These same varieties also had the highest fruit weight – 1.5 and 1.9 g, respectively.

Weather conditions during the growth and development period of blueberries affect not only the total amount of dry soluble substances in the fruit but also the proportion of sugars in the dry matter. In favorable years, the proportion of sugars in the dry matter was 80–92%. In blue honeysuckle berries, the amounts of dry extract and sugars are homeostatic within the crop, as no significant inter-varietal fluctuations have been observed over the years of research.

The strawberry varieties Vibrant and Florence exhibit high genetic stability in titratable acid content. The best taste quality indicators (highest TAC) for strawberry fruits were observed in the dry and warm year of 2024 (average TAC – 6.4) due to low titratable acid content and high sugar content. The highest TAC in blue

honeysuckle fruits of the Duet, Spokusa, and Alicia varieties was recorded in 2023, when the growth and development period of their fruits was dry, with precipitation ranging from 9.1 to 8.4 mm.

It was found that the vitamin C content in the fruits of the Hercules variety was the least variable and least dependent on growing conditions; the polyphenol content was least variable in the Hercules, Present, and Olvia varieties; and the anthocyanin content was least variable in the Olvia variety. A strong correlation was found between vitamin C content and average daily air temperatures, and between flavonoids and the hydrothermal unit of the fruit growth and development period. These relationships differed significantly depending on both the bioactive components of the fruit and the variety.

The low variability in the content of vitamin C ($V = 10.7\%$), polyphenols ($V = 5.3\%$), flavonoids ($V = 8.0\%$), and anthocyanins ($V = 7.3\%$) in blue honeysuckle fruits indicates high stability and uniformity of these bioactive components in its fruits.

It has been proven that freeze-drying preserves the sensory characteristics of garden strawberry and blue honeysuckle fruits much better than convective drying. Garden strawberry fruits weighing up to 13.0 g can be freeze-dried whole, while those weighing more should be cut in half or into quarters. The best sensory quality indicators were found in freeze-dried garden strawberries made from the Olvia and Atlantis varieties, and blue honeysuckle of the Duet variety.

Among bioactive substances, flavonoids are lost the most during the thermal processing of garden strawberry and blue honeysuckle fruits. For garden strawberries, the loss is up to 97.0%, and for blue honeysuckle, up to 76.8% during convective drying; during freeze-drying, the losses amount to a maximum of 87.0% and 56.4 %, respectively.

The ascorbic acid content in freeze-dried strawberry fruits is lost by an average of 21%, and in dried fruits by 48%; polyphenols by 33% and 52%, respectively; and anthocyanins by 15% and 58%, respectively.

The highest retention of phytochemicals during freeze-drying was observed in the Olvia strawberry variety, specifically: vitamin C content at 90%, polyphenols at 93%, and anthocyanins at 92%. The Duet honeysuckle variety showed the lowest vitamin C loss during freeze-drying – 25.9%. The decrease in total phenols in dried fruits was 1,845 mg, and in freeze-dried fruits – 828 mg. The fruits of all studied blue honeysuckle varieties lost more than 32% of total polyphenols during the drying process.

The highest profit from fruit sales, and consequently the highest profitability, was achieved throughout the study period for the garden strawberry varieties Veselka and Vibrant. The profitability of fruit production for the Atlantis variety showed the greatest variation across the study years (79.6–139.0%).

The highest profit (from 600 to 1,200 thousand UAH/ha) and profitability (83.3–150.0%) from the sale of blue honeysuckle fruit of all varieties studied were obtained in 2025. It was in this year that both yield and fruit weight – which determine the selling price – were highest.

For freeze-drying and convective drying of blueberries, the highest yield of the finished product was obtained for the Florence and Vibrant varieties, and for the Alicia blue honeysuckle (16.7 kg of freeze-dried product; 18.7 kg of dried product). However, the Duet variety demonstrated the highest economic efficiency, particularly due to its exceptional quality characteristics (a score of 4.9 points for appearance).

Thus, this dissertation presents a comprehensive analysis of the influence of hydrothermal conditions during the growing season on the formation of yield, morphological, and phytochemical parameters of garden strawberry and blue honeysuckle fruits. The determining role of the temperature factor in the progression of plant developmental phenophases was established, and varieties of garden strawberry and blue honeysuckle with high genetic stability of biochemical composition were identified. The advantages of the freeze-drying method over convective drying were scientifically substantiated, as it ensures a significantly higher level of preservation of biologically active substances in the final product. A correlation was established between protopectin content and berry firmness, as well

as between weather conditions and the sugar-acid index of the fruits. An economic analysis confirmed the high adaptability of the Veselka and Vibrant garden strawberry varieties to the growing conditions of the year. Garden strawberry and blue honeysuckle varieties were identified that are characterized by a high degree of preservation of organoleptic properties and the content of biologically active substances during the freeze-drying process. The feasibility of using the selected raw materials was confirmed by calculations of the economic efficiency of freeze-dried product production.

Keywords: *Fragaria × ananassa*, *Lonicera caerulea*, yield, hydrothermal factors, fruit quality indicators, freeze-drying.

ЗМІСТ

ВСТУП	17
РОЗДІЛ 1. ТЕОРИТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯГІДНИХ КУЛЬТУР	22
1.1. Поширення та цінність плодів ягідних культур	22
1.2. Урожайність та фізичні показники якості плодів ягідних культур залежно від умов року вирощування	26
1.2.1. Жимолость голуба	26
1.2.2. Суниця садова	29
1.3. Вплив погодних умов на вміст органічних та біологічно активних речовин плодами ягідних культур	34
1.3.1. Споживчі та фітоцінні показники плодів жимолості голубої	34
1.3.2. Суниця садова, основні показники якості плодів	37
1.4. Сушіння та способи переробки плодів ягідних культур	42
1.4.1. Сублімація, як інноваційний спосіб перероблення плодів	42
1.4.2. Конвекційне сушіння, класичний спосіб перероблення плодів	47
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	51
РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЯ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ЯГІДНИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ РОКУ ВИРОЩУВАННЯ	61
3.1. Особливості проходження фенологічних фаз ягідними культурами за різних погодних умов року вирощування	61
3.2. Урожайність, фізичні показники якості плодів суниці садової та жимолості голубої в умовах вирощування Лісостепу України	65
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ НА ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОДІВ СУНИЦІ САДОВОЇ ТА ЖИМОЛОСТІ ГОЛУБОЇ	84
4.1. Вплив метеорологічних чинників на формування споживчих та	

біологічно цінних властивостей ягід суниці	84
4.1.1. Детермінація вмісту органічних сполук у плодах суниці садової залежно від гідротермічних умов вирощування	86
4.1.2. Біологічно активні речовини плодів суниці садової за умов вирощування в зоні Лісостепу України	103
4.2. Закономірності накопичення нутрієнтів та антиоксидантів у жимолості під впливом варіативності метеорологічних чинників	111
4.2.1. Особливості впливу погодних чинників на вміст органічних речовин у плодах жимолості голубої	115
4.2.2. Вплив температурного режиму та рівня опадів на біохімічні показники плодів жимолості голубої	128
РОЗДІЛ 5. ПРИДАТНІСТЬ ПЛОДІВ СУНИЦІ САДОВОЇ І ЖИМОЛОСТІ ГОЛУБОЇ ДЛЯ СУШІННЯ ТА СУБЛІМУВАННЯ	139
5.1. Збереження показників якості плодів суниці за різних методів сушіння: конвективного та сублімаційного	139
5.2. Збереження показників якості плодів жимолості голубої за різних методів сушіння: конвективного та сублімаційного	150
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА Й ПЕРЕРОБЛЕННЯ ЯГІД СУНИЦІ САДОВОЇ ТА ЖИМОЛОСТІ ЇСТІВНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	159
6.1. Економічна ефективність виробництва плодів суниці садової та жимолості голубої	159
6.2. Економічна ефективність виробництва субліматів та сушених плодів із суниці садової та жимолості голубої	167
ВИСНОВКИ	173
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	176
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	177

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Вінцковська Ю. Ю., Гриник Р. І. Споживчі та біологічно активні показники якості сублімованих плодів і ягід. *Садівництво*. 2022. № 77. С. 162-171. DOI: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2022-77-162-171>

(проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті; частка участі — 80 %).

2. Shevchuk L. M., **Hrynyk R. I.** Content of biologically active substances in strawberry (*Fragaria*×*Ananassa*) grown in the Forest-Steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2025 Vol. 12, No. 2. P. 42-53. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp12.02.042>

(проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті; частка участі — 80 %).

3. Shevchuk L., **Hrynyk R.** The influence of genetic traits of the variety on the preservation of bioactive compounds in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) fruits during sublimation and drying. *Plant and Soil Science*. 2025. Vol. 16, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant2.2025.37>

(проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті; частка участі — 80 %).

2. Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Шевчук Л., Вінцковська Ю., Гриник Р. Фізичні показники якості плодів жимолості голубої. *Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. присвяч. 125-річчю Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 р. С. 545–555. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u381/sekciya_2.pdf

(проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті; частка участі — 65 %).

2. Шевчук Л., Вінцковська Ю., **Гриник Р.** Вміст антоціанів у свіжих та сублімованих плодах жимолості голубої. *Тенденції та виклики аграрної науки в умовах війни*. Конф. присвячена 125-річчю кафедри рослинництва НУБіП України. 25-27 жовтня 2023 року, в НУБіП України, м. Київ.

(проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті; частка участі — 70 %).

3. Шевчук Л., **Гриник Р.** Фізичні показники якості плодів жимолості голубої. *Вклад молодих вчених у розбудову незалежності України: матеріали наук.-практ. конф.*, м. Київ, 23-24 жовтня 2024. С. 95-96.

(проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті; частка участі — 65 %).

4. Шевчук Л., **Гриник Р.** Вплив середньодобових температур повітря за період росту та досягання суниці на вміст цукрів. *Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Київ, 22-23 травня 2025. С. 69-70.

(проведення експериментальних досліджень, аналіз отриманих результатів, підготовка та написання статті; частка участі — 75 %).

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІС НААН – Інститут садівництва Національної академії аграрних наук
України

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

НІР – найменша істотна різниця

СРР – сухі розчинні речовини

Середнє \pm SE – середнє значення \pm стандартна похибка

Середнє \pm SV – середнє значення \pm стандартне відхилення

V – коефіцієнт варіації

ЦКІ – цукрово-кислотний індекс

н/с – нестандарт

ВСТУП

Актуальність теми. Цінність ягідних культур полягає у їхньому ранньому вступі в плодоношення, що дає можливість садівникам швидко повернути витрачені на створення ягідників кошти. Окрім цього плоди жимолості голубої та суниці досягають першими в сезоні, а їхнє багатство на поживні та біологічно активних сполуки, такі як флавоноїди, феноли, антоціани, таніни, а також цукри, ефірні олії, каротиноїди, вітаміни і мінерали робить їх потужним антиоксидантним, протираковим, антимуtagenним, антимікробним та протизапальним засобом [160]. Згідно з даними ФАО, станом на 2023 рік [69], серед ягідних культур лідируюче місце у світовому виробництві ягід належить суниці, площі насаджень якої становлять 434,977 тис. га, а валовий збір 10 млн 486 тис. т. У 2023 році площі насаджень під суницею в Україні становили 7,1 тис. га, а валовий збір 533,8 тис. т. Виробництво інших ягідних культур у світі є обмеженим та регіонально зосередженим. Зокрема, жимолость голуба, до недавнього часу маловідома ягідна культура не лише для України, а й інших країн, нині набуває широкого розповсюдження, адже її плоди містять значну кількість поживних та біологічно активних речовин [186; 216; 217] а рослини практично не уражаються хворобами та не пошкоджуються шкідниками. Відомо, що біохімічний склад плодів всіх культур, у тому числі і ягідних визначається генотипом сорту [68] та може змінюватися під впливом умов, особливо погодних, регіону вирощування [89; 137; 239]. Рівень гомеостатичності показників якості плодів ягідних культур істотно визначає їхній реалізацій потенціал, споживчу та біологічно активну якість. Тому дослідження впливу погодних чинників періоду росту та розвитку плодів ягідних культур на вміст у них основних поживних та фітоцінних речовин в умовах глобальних змін клімату є одним з пріоритетних напрямів досліджень сьогодення. У різні часи дослідженням цього питання займалися відомі вчені України М. О. Бублик, Л. М. Шевчук, І. Л. Заморська, Н. К. Чернозубенко, а також зарубіжні, зокрема, M. L. Maskey, A. Døving, C. Zhu, K. E. Hummer, M. T. Tolic та інші. Поряд із

мінливістю якості плодів ягідних культур, зумовленої погодними умовами вирощування, стоїть проблема тривалого її збереження, вирішення якої можливо вибором правильного способу переробки. Нині популярними продуктами переробки плодів є натуральні, виготовлення яких не передбачає застосування будь-яких консервантів, саме до таких належить сублімування. Такий спосіб забезпечує високоякісну продукцію із плодів порівняно з іншими процесами сушіння [153] і є еталонним способом обробки [132]. Його використовують для переробки чутливих до звичайних термообробок (сушіння, замороження) продуктів, щоб запобігти втраті фізичних, органолептичних та фітоцінних показників якості [229]. У процесі звичайного сушіння та сублімування ягоди, не завжди зберігають початкову поживну цінність, а також можуть змінювати зовнішній вигляд, що значно погіршує їхні органолептичні характеристики [101; 233]. Такі особливості ягід залежать від культури та сорту, тому дослідження придатності плодів ягідних культур до сублімування є необхідним та актуальним питанням сьогодення якому і присвячена частина дисертаційної роботи.

Наукова робота за темою дисертації виконувалася в рамках науково-дослідної тематики Інститут садівництва НААН України, зокрема завдання II рівня – 22.01.04.02.Ф «Дослідження хіміко-технологічного потенціалу плодів плодових та ягідних порід для створення продуктів перероблення з підвищеною нутрієнтною цінністю» №ДР 0121U100725.

Для досягнення поставленої мети – вивчення впливу погодних умов Лісостепу України на формування складових якості плодів ягідних культур та їх збереження у сублімованих та сушених плодах передбачали виконання таких наукових завдань:

- провести аналіз погодних умов періодів вегетації від початку до досягання плодів суниці садової та жимолості голубої;
- дослідити вплив погодних умов періоду росту та розвитку суниці садової та жимолості голубої на формування урожайності, товарних та біохімічних складових якості плодів;

- встановити залежність між погодними чинниками періоду росту та формування плодів суниці садової і жимолості голубої та вмістом у них органічних речовин (сухих розчинних речовин, цукрів, титрованих кислот, пектинів) та нутрієнтоцінних складових (вітаміну С, поліфенолів, флаваноїдів та антоціанів);
- вивчити споживчі нутрієнтоцінні показники якості сублімованих і сушених плодів суниці садової та жимолості голубої;
- виділити сорти ягідних культур, які в процесі термічної обробки (сублімування, сушіння) максимально зберігають комплекс показників якості;
- дати економічну оцінку виробництва свіжих плодів та виготовлення субліматів і сушених плодів суниці садової та жимолості голубої.

Об'єкт дослідження: плоди суниці сортів Ольвія, Веселка, Геркулес, Презент, Вайбрант, Атлантида, Флоренс; жимолості голубої – Каріна, Дует, Спокуса, Алісія, Аврора.

Предмет дослідження: особливості формування урожайності та якості плодів суниці садової та жимолості голубої в умовах Лісостепу України. Збереження фітоцінних речовин, які містять плоди під впливом термічної обробки (сублімування і сушіння).

Методи досліджень. Наукова робота виконувалася із застосування польових, лабораторно-польових та лабораторних методів. Усі дослідження виконувалися в трьохразовій повторності. Методом спостереження фіксували погодні умови періодів від початку вегетації до масового досягання плодів. Для опрацювання отриманих даних досліджень використовували математичний та статистичний метод.

Наукова новизна

- встановлено детермінуючий вплив гідротермічних умов вегетаційного періоду (етап «цвітіння – масове досягання») на формування урожайності суниці садової та жимолості голубої;

- виділено погодні чинники, від яких істотно залежать товарні та фізичні показники якості плодів суниці садової і жимолості голубої;
- визначено статистично значущу кореляцію між гідрометеорологічними умовами та процесами формування споживчих і фітоцінних якостей плодів суниці садової та жимолості голубої;
- зроблено наукове оцінювання сенсорних характеристик та біологічно активних речовин сублімованих і сушених плодів суниці садової та жимолості голубої;
- встановлено біохімічні характеристики сировини (суниці садової та жимолості голубої), а також сублімованої й сушеної продукції, що зумовлюють економічну ефективність їхньої переробки.

Практичне значення отриманих результатів:

- рекомендовані сорти суниці садової та жимолості голубої для створення насаджень у Лісостепу України, які за умов глобальних змін клімату забезпечать найвищу продуктивність;
- підібрані сорти суниці садової та жимолості голубої для створення сировинних насаджень, цільове спрямування – перероблення методами сублімування;
- виділено сорти, які в процесі сублімування максимально зберігають сенсорні і фітоцінні показники якості та забезпечують найвищий вихід готового продукту переробки.

Матеріали дисертаційної роботи використовуються в курсі дисципліни «Плодівництво» ОС бакалаврів та в лекційному курсі підготовки доктора філософії за спеціальністю 203 «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство»

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота виконана особисто здобувачем. Опрацьовано та систематизована літературу вітчизняних і зарубіжних вчених по напрямку досліджень і викладено у теоретичній частині роботи. Виконано польові та лабораторні дослідження, опрацьовано дані погоди за роки досліджень. Для встановлення залежності показників якості

плодів від умов вирощування проведено кореляційний аналіз. За аналізом даних отриманих в результаті досліджень зроблено висновки та надано рекомендації виробництву. Особиста участь в опрацюванні даних та підготованні статей до друку – 60-80 %, тез доповідей – 70-80 %.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи були представлені на вчених радах Інституту садівництва НААН України протягом 2022-2025 років, а також на міжнародних наукових конференціях:

- Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 125-річчю Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 25 травня 2023 р.
- Науково-практичної конференції «Вклад молодих вчених у розбудову незалежності України, м. Київ.
- Міжнародна науково-практична конференція «Продовольча безпека України. Збереження та відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів» Національного університету біоресурсів і природокористування України, м. Київ, 22-23 травня 2025 р.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 3 наукові праці, у тому числі дві – у фахових вітчизняних виданнях та одну – у виданні, що входить до наукометричної бази Web of Science.

Обсяг і структура дисертації. Рукопис містить вступ, огляд літератури, опис об'єктів і методів досліджень, має 4 розділи експериментальної частини, узагальнення отриманих результатів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатки. Роботу викладено на 211 сторінках комп'ютерного тексту, ілюстровано 54 таблицями та 17 рисунками. Список використаних літературних джерел складається із 259 найменувань, із них 226 латиницею.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРИТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЯКОСТІ ПЛОДІВ ЯГІДНИХ КУЛЬТУР

1.1. Поширення та цінність плодів ягідних культур

У контексті харчових звичок та загального здоров'я людини, важливе значення має щоденне споживання свіжих фруктів. Окрім фізіологічного аспекту угамування голоду, споживання свіжих фруктів також має велике значення для здоров'я людини [141; 179; 226]. За твердженням Di Vita та ін. [77] та S. Kaur [115] основні чинники корисності плодів для здоров'я людини це смак, зовнішній вигляд, зручність, звичка та ціна. Плоди ягідних культур є корисним продуктом харчування завдяки високому вмісту біологічно активних речовин, які є природними антиоксидантами [232], одним з яких є аскорбінова кислота, також відома як вітамін С. Плоди багаті вищезгаданим вітаміном і є основним джерелом споживання його людиною [257]. Вітамін С відіграє важливу антиоксидантну роль, протидіючи таким шкідливим процесам, як запалення. Іншим важливим фітоелементом плодів є поліфенольні речовини. Як стверджує В. Sgorbini та ін. [212], саме ці речовини можуть захистити організм людини від впливу екзогенних і ендогенні вільних радикалів. Вони є важливими компонентами плодів багатьох плодових рослин. Ці речовини мають антиоксидантні властивості, допомагають боротися зі стресом та запобігають розвитку цілої низки хвороб. Споживання продуктів, які містять високий рівень антиоксидантів, демонструє позитивний ефект проти раку та запальних захворювань. Ягода жимолості служить багатим джерелом поглиначів вільних радикалів [93], а отже тривалий прийом цих ягід, багатих на поживні та фітохімічні речовини, знижує частоту серцево-судинних та дегенеративних розладів і позитивно впливає на здоров'я людини [259]. Також встановлено, що деякі поліфеноли діють як нейрохорметики, стимулюючи кілька клітинних сигнальних шляхів [127; 138; 139; 155]. Флавоноїди відомі своїми антиоксидантними, протизапальними, антимуtagenними та антиканцерогенними властивостями в поєднанні з їхньою здатністю

модулювати ключові функції клітинних ферментів. Вони використовуються для боротьби з такими захворюваннями, як рак, хвороба Альцгеймера та атеросклероз [175].

Постійно вживані свіжі фрукти є синонімом здоров'я, водночас переважає думка, що чим більша їхня натуральність, свіжість та мінімальна обробка, тим вища їхня сприйнятливість та користь для здоров'я людини. Як зазначають D. Aune та ін. [47] та R. P. F. Guyenet [100] користь для здоров'я, пов'язану з регулярним споживанням свіжих фруктів, що охоплює широкий спектр переваг, включаючи зміцнення імунної системи, забезпечення необхідними поживними речовинами та зниження ризику хронічних захворювань, таких як серцево-судинні, певні види раку й ожиріння.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), рекомендована щоденна норма споживання плодів та овочів становить 400 г, а саме 146 кг на рік на людину [159]. Зважаючи на це, попит на плодово-ягідну продукцію, у тому числі ягоди, з кожним роком неухильно зростає, що підтверджується збільшенням площ насаджень, які за останнє десятиліття зросли на 20 % [200]. Серед фруктів особливий інтерес представляють «м'які ягоди», зокрема через високий уміст антиоксидантів у фітохімічних речовинах [41].

Суниця садова (*Fragaria × ananassa* D.) є однією із найпопулярніших ягідних культур у світі [46; 158; 172]. Це гібрид октоплоїд, який є багаторічною трав'янистою рослиною, що розмножується клонуванням, становить майже 60 % світового виробництва завдяки відмінним органолептичним властивостям плодів, які є корисними для здоров'я людини [42].

Суниця добре адаптована до умов помірного клімату [203]. Вона є морозостійкою культурою [14]. Рослини сортів української селекції успішно витримують низькі температури взимку за умови наявності снігового покриву (10-15 см), але потерпають від пізньовесняних заморозків у період цвітіння: за температури повітря -4 °C гине 20-55 % бруньок і квітів [144]. Окрім клімату, передумовами для успішного її вирощування, є сорти та ґрунт [38; 40; 72].

Плоди суниці містять багато біоактивних сполук, таких як вітамін С та поліфеноли [120]. Окрім цього вони мають привабливе забарвлення, гармонійний смак та приємний аромат [36]. Суниця спроможна накопичувати значну кількість вітаміну С, фенольних сполук, таких як флаваноїди (в основному антоціани) і фенольні кислоти (гідроксибензойна та гідроксикорична кислоти) [102], що підвищує її харчову цінність [92]. Такі компоненти біохімічного складу є особливо цінними для жінок дітородного віку [120]. Вона є багатим джерелом фітохімічних речовин (елагової кислоти, антоціанів, кверцетину та катехіну) і вітамінів (аскорбінової та фолієвої кислот), високо оцінюється серед харчових джерел поліфенолів та антиоксидантної здатності [51]. Її плоди є корисним доповненням до раціону харчування, забезпечуючи його необхідними поживними речовинами [35; 104]. Згідно з епідеміологічними дослідженнями, фенольні сполуки відповідають за зниження ризику хронічних захворювань, таких як рак і серцеві захворювання [35]. Регулярне споживання суниці знижує рівень холестерину в крові [148]. Їжа з антиоксидантами є чудовим способом знизити ризик серцево-судинних захворювань і раку [246; 248]. Споживання суниці знижує ризик розвитку захворювань серцево-судинної системи, крім того, ягоди демонструють позитивний вплив у боротьбі з такими поширеними проблемами, як старіння та ожиріння [256]. Ці переваги для здоров'я роблять суницю важливим джерелом поживних та лікувально-профілактичних речовин [145].

Станом на 2023 рік світові площі під насадженнями суниці становили 43498 тис. га, а валовий збір дорівнював 10 млн 485 тис. т. В Україні в останні роки площі під суницею зменшилися на 100 га, що насамперед пов'язано з воєнними діями, які ведуться на півдні, де були зосереджені значні насадження цієї культури. У 2024 році в усіх категоріях господарств України загальна площа насаджень суниці становила 0,6 тис. га, валовий збір плодів дорівнював 38,1 тис. т [3].

Нині в Україні стрімкими темпами набуває поширення жимолость голуба, яка є новою культурою для виробників та споживачів. За наявними

даними, Інституту садівництва НААН України орієнтована площа під насадженнями жимолості голубої у 2025 році становила, приблизно, 100-150 га. Найбільші площі були в Китаї та Північній Кореї, загалом 2000 га, Польщі – 1800 га, Канаді – 1000 га та Японії – 160 га, станом на 2024 рік світові площі під жимолостю голубою становили 11-12 тис. га [81].

Жимолость голуба (*Lonicera caerulea* L.) – це листопадний кущ до 1,5 м, дуже витривалий і може витримувати температуру до -40 °С, а його квіти витримують до -7°С [48]. Добре росте на місцях із повним сонячним світлом і має більш енергійну життєздатність, але деякі сорти можуть отримати сонячні опіки; заболочені ділянки вздовж річок і боліт є природним середовищем існування блакитної жимолості [214]. Одна ягода жимолості голубої складається з двох ягід і належить до складного додаткового плоду, що утворюється з двох квіток в одному суцвітті [43; 89; 90].

Жимолость голуба (*Lonicera caerulea* L.), належить до родини *Caprifoliaceae*, роду *Lonicera* L. та нараховує близько 180 видів, що трапляються переважно в помірній зоні північної півкулі. Кущ *Lonicera* є надзвичайно морозостійким і дає смачні ранньостиглі плоди, відомі як ягоди жимолості [87]. Природним ареалом її поширення є Західна Європа, Далекий Схід, Японія. Станом на 2022 рік, площа під жимолостю голубою у світі розширилася приблизно до 10 тис. га [254]. У межах України в дикій природі цей вид трапляється тільки на горі Петрос у Карпатах [11]. З кожним роком плоди жимолості стають дедалі популярнішими також у Європі, а саме Польщі, Словенії, Чехії та Словаччині, завдяки цінним лікувальним властивостям, їх широко використовують як інгредієнт харчових добавок та лікарських препаратів. Жимолость багата на феноли, особливо антоціани та вітамін С. Основним біоактивним антоціаном жимолості є ціанідин-3-О-глюкозид. Ягоди жимолості за вмістом біологічно активних речовин можна віднести до групи так званих «суперфруктів» [54]. Окрім цього ягоди жимолості голубої є одним із цінних джерел мікроелементів, вітаміну С, фолієвої кислоти, фітохімічних речовин, зокрема антоціанів, які необхідні для здоров'я людини. Ці глікозидно-

пов'язані флавоноїди надають ягодам характерного червоного, фіолетового, пурпурового та синього кольорів. Експерименти *in vitro* демонструють, що антоціани та інші поліфеноли у ягодах мають антиоксидантну, протизапальну та клітинно-регуляторну дію, що вказує на їхні потенційні протиракові та серцево-судинні властивості [52; 206; 207].

1.2. Урожайність та фізичні показники якості плодів ягідних культур залежно від умов року вирощування

1.2.1. Жимолость голуба

Рослини жимолості голубої невибагливі до умов вирощування та агротехніки, характеризуються високою зимостійкістю, стійкістю квіток до пізньовесняних заморозків, щорічним плодоношенням, дуже раннім та одномірним дозріванням плодів [10]. Жимолость голуба в умовах України починає свою вегетацію на 10-15 днів раніше, ніж інші ягідні культури. Зазвичай, це кінець березня – початок квітня, за середньодобової температури плюс 5-7°C [17]. За даними Терещенко та Кривошапка [25], жимолость голуба виділяється з-поміж інших кущових ягідних культур досить стислим періодом проходження рослинами таких важливих фенофаз розвитку, як розпускання бруньок, цвітіння і досягання врожаю. Різниця за термінами дозрівання між групами стиглості складала 5-7 діб.

Для початку вегетації достатньо накопичення суми активних температур плюс 5 °C і вище в межах 26 °C. Рослини жимолості голубої середньо- та пізньостиглих сортів потребують суми зазначених активних температур від 60 до 94 °C. Розпускання бруньок у сортів, відмічалось із середини березня до початку квітня, а фаза цвітіння розпочиналася вже через два тижні від початку нового вегетаційного періоду. Сума активних температур вище плюс 5 °C, необхідних для проходження жимолостю голубою фази цвітіння становлять плюс 155 °C для ранньоквітучих сортів, плюс 226 °C – для рослин з середніми строками квітування та плюс 299 °C – для пізноквітучих [10]. Рослини

жимолості голубої оптимальну кількість плодоносних гілок на кущі формують на четвертий – шостий рік після закладання насадження [10]. За даними В. В. Поліщук і Л. Г. Варлащенко [17] цвітіння рослин жимолості голубої розпочинається через місяць після початку розпускання вегетативних бруньок, тобто на початку травня, коли середньодобова температура повітря досягає 10-12 °С, і триває, залежно від погодних умов, 10-15 днів. Весняні приморозки, як правило, не призводять до загибелі квіток і істотного зниження врожаю. Плоди досягають повної стиглості на початку сезону, з середини травня до початку червня [56; 112; 164].

Найдовший період збору плодів був зафіксований у 2006 році в сорту «Атут» (22 дні), тоді як плоди сорту «Дует» збирали впродовж 18 днів у 2007 році. Щороку «Атут» починав вегетаційний, цвітіння та плодоношення раніше, ніж «Дует» [135]. У північній частині США початок дозрівання плодів відбувався приблизно 18-28 червня [106].

Ягоди збирали кілька разів через послідовне дозрівання. Плоди сорту Атут збирали шість, сім, шість і шість разів, а плоди сорту Дует – сім, шість, вісім і сім разів відповідно у 2005 –2008 рр. Ринковий урожай плодів сорту Дует був вищим, ніж урожай сорту Атут у кожному році експерименту (табл. 3). Урожайність плодів жимолості голубої, за даними польських дослідників, зокрема сорту Атут, розрахована на кущ, коливалася від 0,26 кг (2005) до 0,96 кг (2007), тоді як урожайність плодів сорту Дует коливалася від 0,34 кг (2005) до 1,24 кг (2008) [135]. Маса плодів польських сортів жимолості коливається від 0,88 до 1,03 г [163]. Деякі автори повідомляють, що маса 100 ягід може бути дещо меншою (0,5–1,5 г) [106], тоді як М. М. Thompson та А. Chaovanalikit [237] повідомляють, що маса однієї ягоди може досягати 3 г. За даними В. Vors [57], маса однієї ягоди канадських сортів варіювалася від 1,4 до 1,6 г.

Проведені дослідження в умовах Інституту садівництва НААН показали, що середня урожайність жимолості голубої становить 0,2–1,8 т/га. Низьковрожайним за даними [25] був сорт Богдана (0,2 т/га),

високоврожайними – Дует, Аврора, Спокуса (1,8–1,2 т/га) Урожайність *Lonicera caerulea* L., вирощених в Інституті помології ім. Л. П. Симиренка коливалася від 1,38 до 2,25 кг із куща (найнижча в сорту Десертна – 1,38, що на 0,7 % менше порівняно з контрольним варіантом), з гектара – від 4,6 до 7,5 т [2]. В. А. Кривошапка, Д. Г. Макарова, Ю. Ю. Телепенько [10] зазначили, що урожайність сорту Богдана була найнижчою і склала 0,11–1,40 т/га, також був відмічений пізній вступ у плодоношення (на 6 рік), тоді як сорти Ханібі (1,95 т/га в середньому, 3,45 т/га максимально), Фіалка (2,15 і 4,40 т/га відповідно) та Дует (2,79 і 4,77 т/га) були високоврожайними.

За твердженням [13], маса та розмір плоду є насамперед фенотиповими ознаками і відображають вплив умов навколишнього середовища. Проведені дослідження низкою авторів [45; 106; 210] вказують на те, що маса і розмір ягід можуть сильно варіюватись внаслідок генетичних змін, умов росту, погоднокліматичних чинників.

Варто також зазначити, що сорт Дует є не лише високоврожайним, а й формує дуже великі плоди незалежно від погодних умов періоду вегетації. Середня маса ягоди цього сорту у 2017 – 2019 рр. коливалася в межах 1,3–2,0 г та істотно перевищувала аналогічні значення в більшості варіантів (0,7–1,8 г) [10].

Ягода жимолості голубої, у тому числі й сортової, є доволі дрібною [4], її маса за даними зарубіжних вчених може коливатися від 1,5–1,9 г [135; 234] до 0,3–2,0 г [48]. В Україні цей показник перебуває в межах 0,9–1,7 г [25]. Проведені дослідження вищезгаданими науковцями показують, що найбільшу масу мали плоди сорту Boreal Blizzard – 2,5 г, найменшу – Каріна – 1,7 г; коефіцієнт варіації склав 19 %. Дещо меншу вагу ягід (0,5–2,4 г) відмічали L. Arus та K. Kask [45] у своїх дослідженнях, проведених в Естонії; у Польщі їхня середня маса становила 0,73–1,11 г [80], у США (штат Орегон) – від 1 до 2 г [106].

Результати дослідження японських авторів L. Fu та ін. [86] показали, що довжина плодів перебувала в межах 11,16–19,43 мм, а хорватських науковців

[209] – в інтервалі 18,10 до 26,32 мм. Згідно з вивченими колекціями 26 генотипів жимолості голубої в умовах України в праці Григор'євої та Клименко [97] морфометричні параметри були такими: маса плоду від 0,73 до 1,60 г, довжина плоду від 16,42 до 27,29мм, діаметр плоду від 7,77 до 12,34 мм. Отже, між генотипами жимолості голубої існує висока варіабельність морфометричних параметрів репродуктивних органів [13].

Ягоди мають видовжену еліптичну або циліндричну форму, темно-фіолетового кольору, на їхній поверхні можна спостерігати восковий наліт [105; 238]. Вони можуть досягати приблизно 2 см у довжину і 1 см у ширину [48].

Вага однієї ягоди деяких сортів, вирощених в Японії досягати 2,4 г [45]. У середньому маса однієї ягоди сорту «Brazowa» була вищою (1,15-1,76 г), ніж сорту «Wojtek» (0,69-1,17 г). Однак для обох сортів була виявлена загальна тенденція, що ягоди пізніх врожаїв мали більшу масу однієї ягоди [164].

За твердженням I. D. Ochmian, K. Skurpień [164], на твердість ягід жимолості впливає дата збору врожаю, зокрема плоди раннього збору мають вищу твердість, ніж плоди, зібрані пізно. Збільшення розміру плодів супроводжувалося зниженням їхньої твердості на 14 % порівняно з плодами, зібраними на 25-30 днів раніше. За даними K. Skurpień та ін. [224], плоди інших сортів, зібрані раніше, були твердішими порівняно з тими, що були зібрані пізніше.

1.2.2. Суниця садова

Суниця є найбільш поширеною ягідною культурою з високим умістом антиоксидантних сполук. Характерною особливістю культури є її скороплідність. Уже наступного року після літнього або осіннього садіння рослини плодоносять і дають по 100–140 ц/га [16]. Її сорти досить чутливі до різноманітних умов навколишнього середовища, таких як світло, вода, температура, солоність тощо [44; 55]. Тому врожайність цієї культури та її харчова цінність значною мірою залежать від умов вирощування [55]. Як

стверджує D. B. Lobell та ін. [131] погода періоду росту та розвитку суниці значно корелює з урожайністю. Цвітіння ранніх сортів суниці в умовах Правобережної частини Лісостепу України зазвичай починається в перших числах травня. Водночас тривалість дозрівання відносно корелює з погодними чинниками, наприклад, у дощову та помірно теплу весну плоди суниці досягали достатньо довго (8-12 днів) [15]. Різниця температур між днем і ніччю є основним чинником, що впливає на виробництво суниці [118]. Температура повітря відіграє вирішальну роль у вирощуванні суниці, впливаючи як на ріст, так і на розвиток плодів [55]. Висока температура, наприклад, 30 °C і вище пригнічує інтенсивність цвітіння рослин полуниці. Температура, від 18 °C до 24 °C сприяє появі квіткових бруньок [211]. Оптимальна температура для розвитку плодів суниці 15-25 °C [173], а підвищення температури вище оптимального діапазону температур на 12-25 °C знижує якість плодів [118; 247]. Значне підвищення температури понад цей діапазон може негативно вплинути на плодоношення. Оптимальна денна / нічна температура для вегетативного росту становить 12-25°C, тоді як для коренів та плодів вона становить 18-12°C [247]. Для максимізації врожайності та досягнення вищої якості плодів необхідний баланс цих чинників [55]. Окрім цього, якість суниці залежить від сортових особливостей, часу збирання врожаю, стану стиглості ягід, а також умов обробки та зберігання після збору [49; 104]. Як стверджують A. Osatuke та M. Pritts [168] плоди суниці одного сорту можуть демонструвати високу варіабельність якісних характеристик з року в рік. Ученні S. Agehara та M. Nunes [36] зазначають, що на якість врожаю сильно впливають умови навколишнього середовища.

Урожайність суниці залежить від багатьох чинників. Особливий вплив, за твердженням Л. М. Шевчук [27], мають погодні умови періоду росту та розвитку плодів, але міра впливу метеорологічних чинників на якість плодів залежить від генотипу сорту [168]. За даними [118] температура, сонячна радіація та відносна вологість – це основні чинники, що впливають на ріст полуниці та якість плодів. Підвищення температури на 5°C значно ($p < 0,05$)

знижує ріст плодів та їхню врожайність. Середня маса окремого плоду та загальна маса плодів на рослині зменшується відповідно на 70 та 80 % за температури 30 °С порівняно з рослинами, вирощеними за 25–20 °С. С. М. Menzel [143] продемонстрував, що середня маса плодів зменшилася більш ніж на 50 % із підвищенням температури з 16 °С до 20 °С. Плоди, отримані з рослин, які росли за вищої температури, мають неправильну форму, менший розмір та меншу інтенсивність червоного кольору [50]. В. В. Калитка та М. В. Карпенко [6] встановили, що гідротермічні умови року суттєво впливають на врожайність суниці. Посушливі умови спонукають зниження урожайності ягід в однорічному ягіднику на 7 % в основному за рахунок зменшення середньої маси ягоди на 10 %. Ефект впливу надлишку вологи на врожайність суниці в дворічному ягіднику був значно більшим. Урожай ягід знижувався на 28 % в основному за рахунок зменшення на 23 % кількості ягід на кущі. Надлишок опадів також суттєво зменшував вихід стандартної продукції. Між урожайністю та сумою активних температур існує сильний прямий кореляційний зв'язок ($r = 0,78-0,91$), а між урожайністю й кількістю опадів він послаблюється до $r = 0,58-0,89$ [6]. Про істотний вплив вологості ґрунту на урожайність плодів суниці зауважили L. Taparauskienė та O. Miseckaitė [236]. У досліджах, проведених ними, максимальний урожай за два роки отримано на полі, замульчованому шаром чорного поліетилену і становить 1805 г/рослину; поле, замульчоване соломкою, дало мінімальний урожай – 1036 г/рослину; урожайність на полі полуниці без мульчі становила 1115 г/рослину.

Окрім цього, як стверджує Г. Карашук [7], терміни садіння рослини також впливають на урожайність плодів. Зокрема, у дослідженнях праведних ним, встановлено, що садіння розсади в I декаді травня сприяє підвищенню урожайності суниці садової у середньому по сортах відповідно на 22,6-26,7 і 48,7-64,1 %, порівняно з другим (III декада травня) та третім (II декада червня) строками. Найвищу врожайність окремо за роками та в середньому за 2022 – 2023 рр. сформовано сортом Портола – 12,9–19,8 т/га залежно від строків

садіння розсади. У сорту Фламенко цей показник відповідно склав 11,3–16,8 т/га. Найнижчий рівень урожайності був у сорту Еверест – від 7,8 т/га за третього строку садіння розсади (II декада червня) до 16,8 т/га у разі садіння розсади в I декаді травня (перший строк) [7]. Про вплив строків садіння суниці на її урожайність зазначали А. В. Шепель та О. І. Жданюк [31]. Вони зауважили, що врожайність суниці у разі збирання осіннього строку висадки розсади складає 6,6–6,7 т/га, тоді як весняний строк висадки дає змогу отримати 3,3–3,5 т/га. За літньо-осіннього збирання тенденція зберігається і осіння посадка має врожайність 20,6–21,4 т/га, а весняна – 10,0–10,3 т/га. Загалом за сезон продуктивність осіннього строку висадки розсади перевищує весняний. Так, сумарна врожайність за сезон на плантації з осіннім строком висадки розсади складала в середньому за два роки 27,7 т/га а за весняного вдвічі нижчу – 13,6 т/га [31].

Фізичні показники ягід, такі як розмір і маса, є одними найважливіших, поряд із кольором і смаком, і вони залежать від сорту, строків дозрівання, віку й стану рослини [205]. Розмір плоду залежить від розміру квіток та погодних умов вирощування [143]. Проте, як стверджує Павлюк [14], основним чинником якості плодів суниці є сорт, а другим – умови вирощування, а далі – поєднання багатьох інших чинників, які важко обліковувати.

Згідно з попередніми дослідженнями [36; 110], більші плоди збирали в областях із нижчою температурою, проте це не було підтверджено дослідженнями, проведеними С. Соссо та ін. [64]. Навіть у межах одного сорту розмір плоду може змінюватися, якщо вирощувати в різних місцях, навіть упродовж багатьох років [123]. Підтвердженню цьому були дослідження К. Simkova, R. Veberic та ін. [221], які вказують на те, що середня довжина ягоди в межах сорту Lucia коливалась від 46,2 до 63,9 мм, у сорту Cleru – 26,9–44,8 мм. За даними Л. М. Шевчук [29] найбільший поперечний діаметр плодів суниці сортів Хоней, Полка, Престиж та Ельвіра перевищував межу 30 мм, але був меншим за 33 мм, у сортів Присвята, Зенга Зенгана, Ельсанта, Розана кийвська, Ольвія та Фестивальна ромашка діаметр був у межах 30–35 мм.

Науковці T. Nagai, M. Tamaï [157] зазначають, що маса плодів суниці є чітким відображенням багатства сортів і коливається в межах від 3,6–7,4 г до 10,3–18,8 г. У насадженнях Інституту садівництва НААН України середня маса ягід суниці коливалась від 13,2 до 16,7 г із середнім показником по сортах – 14,6 г [15]. Середня маса плодів, також вирощених в ІС НААН у 2014 – 2015 рр. (ягідник 2012 року осінньої посадки зеленою розсадою) мала більші межі варіювання від 12,5 до 15,0 г. Водночас серед 9 елітних форм і сортів практично рівноцінними були Елеганс та Алба (14,9-15 г), Перлина та гібрид 03-7-55 (14-14,4 г) [14]. У дослідженнях, проведених Заморською (2018), не знайдено тенденції до формування більших ягід на однорічних рослинах. Проведені дослідження показали, що середня маса ягід суниці різних сортів (Русанівка, Фестивальна ромашка, Дукат, Хоней, Полка) становила 6,9–15,1 г, а коефіцієнт варіації показника знаходився на рівні 12,9 %. Найвищі коливання мала середня маса ягід суниці сорту Хоней – 27,9 % [5].

Одним з істотних показників якості плодів суниці, який впливає на транспортабельність та лежкість, є твердість їхньої м'якоті, яка визначається як генотипом сорту, так й умовами вирощування. Твердість є одним із найважливіших показників якості суниці та пов'язана з іншими аспектами плоду, такими як смак, стиглість та внутрішні характеристики [75]. L. Cervantes та M. T. Ariza [62] встановили, що середня температура повітря під час дозрівання, як правило, негативно корелює зі щільністю, але межі варіювання залежать від сорту. Про сортову відмінність заявляли вчені L. Cervantes, M. T. Ariza, L. Miranda [62], плоди, досліджувані ними, мали твердість м'якоті від 179 до 583 г/см². M. S. M. Nunes та ін. [162] виявили, що твердість суниці, охолодженої відразу після збору, була більшою, ніж у плодів, охолоджених через 6 годин, але різниця в твердості між зборами (на початку періоду збору та через тиждень після нього) була незначною.

1.3. Вплив погодних умов на вміст органічних та біологічно активних речовин плодами ягідних культур

1.3.1. Споживчі та фітоцінні показники плодів жимолості голубої

Завдяки цілющим властивостям ягоди жимолості голубої вважають "суперфудом", оскільки вони мають захисну дію проти серцево-судинних і нейродегенеративних захворювань, остеопорозу, діабету 2 типу, а також наділені антимікробною, антиканцерогенною та протизапальною дією [67]. Фітохімічні речовини мають потужну антиоксидантну, протизапальну, протиракову, антимікробну та антивікову активність [82; 96; 99; 129; 160; 174] кількість поліфенолів у ягодах жимолості голубої вищий, ніж у деяких інших плодах, таких як чорниця та малина [169; 249]. За органолептичною оцінкою плодів жимолості голубої характеризуються високими смаковими якостями (8,7-8,8 бали) [25]. Смак можна охарактеризувати як гіркий або кислувато-солодкий, залежно від сорту [238] та як суміш відомих ягідних ароматів [105].

Уміст біохімічний складових у плодах жимолості голубої залежить від низки чинників, зокрема від генетичних особливостей сорту, кліматичних та погодних умов регіону часу збору плодів та агротехніки вирощування. Проте, як стверджують I. Szot, K. Wieniarska [235] та A. Grobelna та ін. [95], погодні умови періоду росту та розвитку плодів є найбільш впливовими. За даними A. Grobelna та ін. [95], більша кількість сонячного світла та оптимальні температури в період росту, розвитку та дозрівання плодів позитивно корелюють із накопиченням сухих розчинних речовин, значну частину яких складають цукри. Польські вчені стверджують, що вміст сухих розчинних речовин у плодах сортів жимолості голубої коливався від 10,3 до 11,6 % [135]. Дослідниками I. D. Ochmian, K. Skurien [164] було виявлено, що ягоди, зібрані рано, які дозрівають за нижчих температур, мають нижчий вміст розчинних сухих речовин, ніж плоди, зібрані пізно (на 31–37 %). Аналогічно, L. Poll і M. B. Petersen [185] спостерігали низькі показники сухих розчинних речовин для вишні в холодну і дощову пори року. Уміст кислот у сортів, досліджуваних I. D. Ochmian, K. Skurien [164] варіювався від 2,7 до 4,4 мг на 100 г. K. Skurień

та ін. [225] визначили 2,98 мг на 100 г для сорту Zielona. За даними М. Е. Cortés-Rojas та ін. [66] кількість цукрів у жимолості голубій визначає їхню солодкість. Зміни сухих розчинних речовин і титрованих кислот упродовж періоду вирощування жимолості голубої сприяють збільшенню цукрово-кислотного індексу ягід, що дозрівають пізніше. До прикладу, для ягід сорту Wojtek, зібраних на початку сезону, співвідношення цукру до кислот становило 2,3 : 1, а для ягід, зібраних пізно – 4,1 : 1. Для ягід сорту Břazowa змінилося з 2,8:1 до 4,6:1. Отже, ягоди жимолості голубої, які зібрані пізно, мають кращі сенсорні властивості [164]. Проте, згідно з даними М. Małodobry, М. Bieniasz та Е. Dziedzic [135], уміст цукрів та титрованих кислот плодів жимолості сорту Zielona більшою мірою визначається генотипом сорту, аніж умовами вирощування.

Згідно з даними J. Orsavová, I. Sytařová, J. Mlček, L. Mišurcová [167], уміст біологічно активних речовин у плодах жимолості голубої суттєво змінюватися залежно від зовнішніх та внутрішніх чинників, включно з різними кліматичними умовами конкретної місцевості та сорту. Ягоди, вирощені в районі з більшою кількістю сонячного світла, показали вищий середній уміст майже всіх фіторечовин, ніж ягоди з регіону з вищим рівнем опадів [167].

Аскорбінова кислота або вітамін С є одним з найпоширеніших антиоксидантів у рослинах [255]. Жимолость голуба уважаться одним із найбагатших джерел аскорбінової кислоти серед усіх ягід. Її вміст може змінюватись залежно від клімату та умов вирощування, генотипу, стадії стиглості та часу збирання [93]. В. Pauloviscová та ін. [177] вказали, що на кількість аскорбінової кислоти в жимолості переважно впливають кліматичні умови. Проте, є сорти у яких уміст вітаміну С закріпленій на генетичному рівні. Зокрема, у плодах, досліджуваних польськими вченими, кількість вітаміну С варіювала від 44,5 і 36,0 мг на 100 г упродовж послідовних трьох років досліджень, не змінюючись [135]. Інші дослідники стверджують, що вміст аскорбінової кислоти у плодах жимолості голубої значною мірою залежить від часу збирання врожаю [164], зокрема вміст вітаміну С у сортів

Войтек і Бразова, зібраними рано, становив відповідно 113 та 56 мг на 100 мл. Пізні ягоди обох сортів показали значне зниження вмісту L-аскорбінової кислоти, яке змінилося з 27 % для сорту Бразова і 33 % для сорту Войтек. [164]. У попередніх дослідженнях [163] встановили, що середній уміст вітаміну С у сорту Зіслона становив 42 мг, а в сорту Брузова – 47 мг на 100 г. Як зазначають I. D. Ochmian та K. Skurień [164] відмінності можуть бути наслідком генетичних чинників та погодних умов під час росту плодів.

Низка дослідників повідомляє про значні коливання вмісту вітаміну С у плодах жимолості голувої, вирощеної в різних регіонах світу. Зокрема, у зразках із Канади його рівень становив 1,78–4,21 г/кг [48], а в ягодах із Польщі – 0,34–0,41 г/кг [135]. В обох випадках показники залежали переважно від сорту, тоді як вплив кліматичних умов залишався непереконливим. Аналогічно, низький уміст вітаміну С був виявлений в ягодах, вирощених у Португалії, у кількості 0,25 г/кг сухої маси [147], а також в ягодах із Польщі в діапазоні від 0,03–0,32 г/кг сухої маси [253] до 0,09–0,30 г/кг сухої маси [87]. Канадські дослідники опублікували більш істотні відмінності вмісту вітаміну С, де він коливається від 0,29 до 1,87 г/кг сухої маси [193].

Про те, що вміст різних біологічно активних сполук у ягодах жимолості голувої залежить від сорту, тривалості вегетаційного періоду та умов довкілля, свого часу повідомляли L. Chen, X. Xin, Q. Yuan [63] та M. V. Vuletić, K. Dugalić, I. Mihaljević [244]. Як стверджують M. V. Vuletić та K. Dugalić [244] уміст антоціанів визначається генетичними чинниками, кліматичними умовами та змінами упродовж процесу дозрівання.

Уміст флавоноїдів може сильно залежати від генетичної спадщини та епігенетичної модифікації як механізмів реакції рослин на стрес навколишнього середовища [119].

K. Skurień та ін. [225] визначили антоціани як домінуючу групу (84,5 %) серед фенольних сполук у плодах сорту Zielona на рівні 269,8 мг/100 г. Дослідники I. D. Ochmian та K. Skurień [164] підтвердили результати попередніх робіт, встановивши, що в досліджених ними сортах антоціани

становлять 73–82 % від загального вмісту поліфенолів. Як зазначали вказані дослідники, ягоди жимолості голубої, які зібрані пізно, мали вищу кількість антоціанів, ніж ті, які збирали першими. З їхнім твердженням узгоджуються дані досліджень інших науковці, де вони вказують на стимулюючий ефект вищих температур на накопичення антоціанів у суниці [245]. L. Poll та M. B. Petersen [185] також спостерігали нижчий рівень антоціанів у вишнях, зібраних у сезон низьких температур і за нижчої сонячної радіації.

Багато дослідників в різні роки повідомляли про високий уміст антоціанів у плодах жимолості: 116–339 мг/100 г [237], 690 мг/100г [128], 321 мг/100 г [85] і 750–950 мг/100г [74] і те, що він залежить від багатьох чинників, а саме місця вирощування, умов року і генотипу сорту.

J. Matušковиč та ін. [140] встановили кореляцію між умістом антоціанів та аскорбінової кислоти в плодах жимолості; цей тип кореляції залежав від року. Ці автори повідомили про високий рівень вітаміну С та антоціанів у *Lonicera kamtschatica* та її 22 клонах (відповідно 56,1 та 1221 мг 100 г⁻¹).

1.3.2. Суниця садова, основні показники якості плодів

Популярність суниці зумовлена наявністю значної кількості сортів, а також смаковими властивостями, які імпонують багатьом споживачам. Окрім цього плоди суниці є багатим джерелом широкого спектру поживних сполук, таких як цукри, вітаміни (особливо вітамін С) і мінерали (К, Р, Са, Fe), а також біологічно активних сполук, таких як флавоноїди, антоціани та фенольні кислоти, які мають харчові та оздоровчі переваги для організму людини [91; 125]. Проте, через кліматичні зміни впродовж останніх 15-20 років, зростаючою частотою стресових чинників для рослин суниці в періоди вегетації, сильно варіює і біохімічний склад ягід. Зміна клімату в сторону потепління не завжди позитивно впливає на якість плодів [16; 126]. Зокрема, на хімічний склад суниці істотний вплив має висока температура повітря, але межі впливу залежать від сорту [46]. Автори S. N. Cosmulescu та ін. [68] стверджують, що вплив генотипу сорту на вміст біологічно активних речовин є сильнішим, ніж року

вирощування. Окрім погодних умов на вміст фітохімічних речовин (елагової кислоти, антоціанів, кверцетину та катехіну) і вітамінів (аскорбінової кислоти та фолієвої кислоти), які високо ціняться серед харчових джерел антиоксидантів, суттєво впливають генетичні особливості сортів, агротехніка вирощування, методи зберігання та способи обробки [51]. Про істотність впливу генотипу сорту, коливання температур, кількості опадів упродовж вегетації, типу ґрунту на вміст корисних для здоров'я сполук, що містять плоди суниці, у своїх роботах зазначали А. Kosinska та ін. [121]. Як стверджують А. Osatuke та М. Pritts [168], плоди суниці одного сорту можуть демонструвати високу варіабельність показників якості з року в рік. Ученні S. Agehara та М. Nunes [36] встановили, що на якість врожаю сильно впливають умови навколишнього середовища. Уміст біологічно активних речовин у плодах суниці також істотно залежить від умов вирощування [61].

Ягоди суниці в середньому містять 88 % води, сухих речовин – 11,8 % з яких: 8,6 % розчинних і 3,2 % нерозчинних. Кількість СРР і цукрів у них залежить як від сорту, так і від умов вирощування [29]. За даними, отриманими в Інституті садівництва НААН, кількість СРР у плодах суниці з різних регіонів вирощування варіювала від 6 до 12,6 % [30]. Указаними дослідниками встановлено, що вміст СРР в ягодах суниці майже однаковою мірою залежить від гідротермічного коефіцієнта (на 43 %) і кількості днів з опадами (на 47 %) у період цвітіння та формування плодів, отже на накопичення СРР істотно впливали чинники зволоження і температури періоду від початку цвітіння до настання стиглості [30]. S. Y. Wang та М. J. Camp [247] зазначили негативну кореляцію між умістом СРР та температурою повітря. За даними досліджень Шевчук і Денисюк [30], найбільший вплив на вміст СРР у плодах суниці мають гідротермічний коефіцієнт та кількість днів з опадами у період від початку вегетації до досягання ягід. Ученні А. Osatuke та М. Pritts [168] своїми дослідженнями довели, що високі температури повітря впродовж періоду росту і розвитку плодів знижують у них вміст СРР і цукрів, підтвердили й інші дослідники [247]. Науковці L. Cervantes та М. Т. Ariza [62] встановили, що

середня температура повітря під час досягання плодів, як правило, негативно корелює із вмістом СРР і цукрів, але межі варіювання залежать від сорту.

Уміст цукрів у плодах поряд із вмістом органічних титрованих кислот є важливою складовою смаку ягід. Низка науковців, таких як S. J. Mackenzie, C. Chandler [134], I. Л. Заморська [5], S. Y. Wang, M. J. Camp [247], A. Osatuke, M. Pritts [168], L. Cervantes, M. T. Ariza [62] встановили, що погодні умови мають сильний вплив на накопичення цукрів плодами суниці. S. J. MacKenzie та C. K. Chandler [134] відмічали, що підвищення середньодобових температур на 7 °С, від 15 до 22 °С під час досягання плодів знижує у них уміст цукрів. A. Osatuke та M. Pritts [168] зазначили, що теплі дні в поєднанні з іноді холодними ночами сприяють накопиченню цукру в плодах. Утім, за даними Заморської [5], зниження сум ефективних та активних температур порівняно із середніми значеннями негативно позначається на накопиченні цукрів, так само як і кількість опадів, що є значно нижчою або суттєво вищою за середньобагаторічні показники. Авторка [5] водночас зазначила, що кількість цукрів у плодах суниці на 42,7 % визначають погодні умови року вирощування, а на 5,4 % – генотип сорту, решта – інші чинники. S. J. Mackenzie та C. K. Chandler [134] заявили про існування сильної негативної залежності між вмістом СРР і цукрів та середньою температурою за вісім днів до збору врожаю у Флориді ($R^2 = 0,73$).

За даними A. Selamovska [208], уміст аскорбінової кислоти у плодах суниці становить 50 мг на 100 г сирої маси. Ученні M. N. Ali та S. Serce [39] наголошують на значно більших межах умісту вітаміну С у плодах суниці, а саме від 27,80 до 138,03 мг/100 г. Максимум вітаміну С, що накопичували плоди суниці, вирощені в Туреччині, становить 25,08 мг/100 [241], що значно менше, ніж сорти, які досліджувалися.

Кількість цього вітаміну в ягодах суниці залежить від генетичних особливостей сорту, клімату та умов вирощування, стадії стиглості та часу збирання [61; 164]. Основними чинниками зовнішнього середовища, за твердженням W. Zheng [258], які впливають на рівень біологічно активних

речовин у плодах, є середня температура повітря. U. Moog та ін. [149] встановили, що позитивний вплив на накопичення вітаміну С мають висока інтенсивність світла та низька температури повітря. T. Pokorná та J. Matuškovič [184] підтвердили їхню думку і до позитивних чинників впливу додали вологу погоду. За даними Л. М. Шевчук, О. Ф. Денисюк [30], сума ефективних температур понад 10 °С для оптимальних умов накопичення аскорбінової кислоти в період росту й розвитку плодів не повинна бути нижчою за 239,1 °С. Аналізом даних умісту аскорбінової кислоти в ягодах суниці під впливом абіотичних чинників виявлено, що низький уміст аскорбінової кислоти в ягодах суниці спостерігався в роки зі значною нестачею опадів в останню декаду травня. Водночас сума ефективних температур понад 5 і 10 °С та сума активних температур істотно перевищували середньобагаторічні показники [5].

Окрім генотипу сорту та погодних умов року вирощування на вміст біологічно активних та органічних речовин у плодах суниці істотно впливають фізичні показники їхньої якості, а саме розмір. Зокрема, згідно з даними K. Simkova та R. Veberic [221] уміст аскорбінової кислоти та цукру (на свіжу масу) були вищими у великих плодах сортів Luscia та Clery. У Luscia великий плід містив у середньому на 20 % більше цукрів і на 35 % більше аскорбінової кислоти. Дрібний плід показав вищий уміст антоціанів – відповідно на 245 і 63,4 мг/кг для Clery і Luscia. Проте загальний уміст органічних кислот та активність пероксидази та поліфенолоксидази не виявили відмінностей серед плодів різного розміру. Плоди невеликого розміру можуть бути хорошим джерелом антиоксидантів завдяки високому вмісту антоціанів і є придатними для подальшої переробки завдяки меншому вмісту аскорбінової кислоти та вищому вмісту антоціанів [221].

Максимальний уміст пектинових речовин у плодах суниці перевищує 0,80 % хоча, більшість сортів накопичують їх у межах від 0,50 до 0,70 %. Уміст пектинів у плодах різниться за регіонами вирощування. Зокрема, найбільше (0,767 %) за середнім міжсортним показником їх містили ягоди сортів,

вирощених на Київщині (Інститут садівництва НААН), а найменше (0,66 %) – на Львівщині [26]. На Поділлі та Донеччині цей показник був дещо нижчим і однаковим – по 0,71 %. Загалом плодам суниці властива висока лабільність кількості пектинових речовин, коефіцієнти варіації становили понад 21,1 % [26].

Як стверджує М. А. Sarıdaş [202], механізми накопичення вмісту поліфенолів варіюють між сортами суниці навіть за однакових умов вирощування. Окрім цього їхня реакція на різні умови навколишнього середовища дуже різниться з погляду накопичення поліфенолу. За твердженнями вчених із Туреччини I. Urün та ін. [241], суниця, вирощена в їхніх умовах, накопичувала від 99,00 до 158,37 мг/100 г поліфенольних речовин. Плоди суниці сортів, що вивчали італійські вчені С. Contessa та ін. [65] містили більше поліфенолів (196,0-398,67 мг/100 г), ніж вирощені в Туреччині, але менше, ніж досліджувані С. Vasco та ін. [242], де межі вмісту становили 238-355,3 мг/100 г.

Флавоноїди – це група природних поліфенольних речовин, які у великій кількості містяться в плодах і відповідають за їхній колір, аромат і смакові характеристики [107]. Уміст флавоноїдів, як зазначають R. Khattab та ін. [119], сильно залежить від генетичної спадщини та епігенетичної модифікації, як механізмів реакції рослин на екологічний стрес. X. Peng та ін. [180] встановили, що біосинтез флавоноїдів регулюється не тільки внутрішніми генетичними чинниками, а й зовнішніми чинниками, такими як світло і температура. S. H. Y. Wang та W. Zheng [245] зазначили, що підвищені температури значно посилюють накопичення флаванолів. Хоча існує протилежна думка, зокрема про те, що підвищені температури повітря уповільнюють синтез біохімічних складових [123; 168].

Синтез антоціанів запускається ультрафіолетовим випромінюванням, а збільшення накопичення антоціану часто пояснюється впливом світла високої інтенсивності під час розвитку плоду [61]. S. Y. Wang та M. J. Camp [247] зазначили, що суниця, вирощена за найвищих температур (30-22 °C), була

темно-червоною і мала найбільшу забарвлену поверхню. Як стверджують Y. Kadomura-Ishikawa та ін. [113], у суниці антоціани швидко накопичуються на пізніх стадіях дозрівання, починаючи з моменту, коли плоди стають білими. Окрім впливу зовнішніх чинників на вміст біокомпонентів у плодах суниці має сорт. Про це засвідчують дані, отримані дослідниками з різних країн. Суниця, вирощена в Італії, містила антоціанів від 200 до 600 мг/100 г [70]. В інших своїх дослідженнях Da Silva Pinto та ін. [71] зазначили, що вміст вказаних речовин коливався від 124 до 442 мг/100 г. Кількість антоціанів у суниці, вирощеній у Словаччині, варіювала в інтервалі 121,98–212,73 мг/100 г [156]. Більш високі значення загальних антоціанів у межах 226,8–274,0 мг/100 г були встановлені J. Oszmiański та A. Wojdyło [170]. I. Castro та ін. [60] зазначили, що кількість антоціанів у суниці коливається в інтервалі 299,8–481,9 мг/100 г. У межах цих значень знаходиться їхній вміст (31–38 мг/100 г) у гібридах, досліджуваних M. Sirijan та ін. [222]. Значно більшу варіабельність вмісту антоціанів, – від 8,5 до 65,9 мг/100 г у плодах суниці виявили K. Aaby та ін. [34].

1.4. Сушіння та способи переробки плодів ягідних культур

1.4.1. Сублимація, як інноваційний спосіб перероблення плодів

Сучасний ринок продуктів харчування стрімко розвивається, головною тенденцією змін якого є здорове харчування. У центрі цієї еволюції знаходяться природні біоорганічні екстракти, багаті антиоксидантами, поліфенолами, флавоноїдами, каротиноїдами та вітаміни, які можуть збагачувати традиційні харчові продукти, включно із фруктовими соками, підвищуючи їхню цінність для зміцнення здоров'я людей [122; 227]. Одними з таких продуктів харчування є плоди ягідних культур. Незалежно від того, як їх споживають – у свіжому, замороженому, ліофілізованому або сушеному вигляді, вони мають значну користь для здоров'я людей [94].

Нині на противагу звичайним традиційним способам сушіння, які не завжди зберігають цілісність продукту, зокрема його сенсорні та споживчі цінності, застосовують сучасну технологію ліофілізації, яка уповільнює

ферментативні реакції потемніння продукції та зберігає її товарні та споживчі показники якості [37; 130; 190; 213], сублімовані ягоди вважаються носіями пробіотиків [165]. Ліофільна сушка – це процес, у якому вода у формі льоду під низьким тиском видаляється з матеріалу шляхом сублімації [230]. Техніка дегідратації дає можливість зберегти фрукти та їхні соки, збільшуючи термін їхнього зберігання, одночасно зменшуючи їхній об'єм і вагу, у такий спосіб зменшуючи витрати на пакування, зберігання та транспортування [187]. Сублімування – кращий метод для сушіння харчових продуктів, що містять сполуки, чутливі до температури та схильні до окислення, оскільки він працює за низьких температур і високого вакууму [53]. Ліофілізовані ягоди, завдяки вмісту біологічно активних сполук і тривалому терміну зберігання без шкоди для харчової цінності, можуть використовуватися як готові функціональні продукти [220].

Ліофілізована (сублімаційна) сушка – це процес видалення води зневодненням, через сублімацію її в лід, завдяки цьому призупиняється розвиток мікроорганізмів та продовжується термін придатності харчових продуктів [240]. Коли відбувається замороження продукту, властивості його змінюються не сильно, тоді як за сублімування поживний склад продукції зберігається в повній мірі. Зазвичай ліофілізація рекомендується для сушіння продуктів, що містять термочутливі антиоксидантні компоненти, такі як аскорбінова кислота та фенольні речовини [79; 84; 136; 189].

Сублімаційне сушіння має вплив на споживчі та біологічно цінні показники якості плодів і ягід. Вітамін С вважається важливим індексом харчової якості продуктів через його низьку стабільність під час термічної обробки [76]. Збереження аскорбінової кислоти залежить від типу переробки, хімічного складу, морфологічної структури, сортових особливостей тощо [195; 197]. Низка науковців зазначають, що післязбиральні процеси, у тому числі й різні види сушіння плодів, негативно впливають на їхній хімічний склад, зокрема на вміст вітаміну С, поліфенолів та їхню антиоксидантну активність [176; 181-183; 188; 192; 223; 251; 252]. Дослідник А. Reyes [191] встановив, що

зменшення вітаміну С у процесі сублімування чорниці високорослої сорту Highbush Duke становило 81–118 мг/100 г сухої маси. Такі ж результати були отримані й чілійськими науковцями, які зазначали, що в плодах сублімованої чорниці вміст аскорбінової кислоти істотно знижувався порівняно зі свіжими [133].

Зворотню думку, щодо сублімаційного сушіння, має U.A. Fischer [84], який стверджує, що такий спосіб є одним з найкращих та найефективніших для зневоднення продукції. M. Jovanovic [111] вважає, що ліофілізація дає можливість максимально зберегти фітохімічні речовини та їхню біологічну цінність у фруктових та овочевих порошках. A. Munir та ін. [154], посилаючись на це дослідження, підтверджує, що сублімацію можна застосувати для максимального збереження біоактивних сполук. Окрім того в процесі сублімування плоди і ягоди залишаються легкими й хрусткими водночас [58; 114; 150; 161; 199].

Польськими дослідниками встановлено, що в порошках, виготовлених із сублімованих плодів чорної смородини, збереження вмісту вітаміну С, порівняно зі свіжими ягодами, було на рівні 79,5 % [195]. Інші науковці довели, що вміст вітаміну С у ліофілізованих порошках суниці був лише на 14 % нижчим, ніж у свіжих фруктах [196]. Твердження про високий відсоток збереження аскорбінової кислоти в сублімованих плодах також підтвердили D. Donno та ін. [79]; F. A. N. Fernandes та ін. [83]; H. V. Rupasinghe та A. P. Joshi [194]; M. N. A. Hawlader та ін. [103]. Зокрема, S. Dillwyn та ін. [78] встановили, що плоди тамарілли (*Cyphomandra betacea*), які культивуються в кількох районах Західних і Східних Гат в Індії, висушені в умовах ліофілізації, мали кращу антиоксидантну активність, більший уміст вітаміну С, ніж у зразках, висушених на сонці або в шафі. N. M. Shofian та ін. [219] зазначили, що в ліофілізованих плодах п'яти тропічних фруктів: карамболи (*Averrhoa carambola* L.), манго (*Mangifera indica* L.), папайї (*Carica papaya* L.), мускусної дині (*Cucumis melo* L.) і кавуна (*Citrullus lanatus* (Thunb.) кількість аскорбінової кислоти мало змінювалася відносно вмісту у свіжих.

Про менші втрати аскорбінової кислоти в процесі сублімування в порівнянні із сушінням, але в плодах обліпихи, повідомляли Z. Geng та ін. [88], які зазначили, що зниження вмісту цього вітаміну у разі сублімування становила 45,39 %, а після сушіння гарячим повітрям – 79,93 % порівняно зі свіжими зразками. Дослідники M. N. A. Hawlander та ін. [103] довели, що збереження вітаміну С у папайї та гуави після сублімаційної сушки становило відповідно 88 та 63 %, що також узгоджується з отриманими даними. Вчені A. Krzykowski та ін. [124] зазначили, що втрати аскорбінової кислоти в процесі сублімування також істотно залежать від температури нагрівальних пластин, зокрема за температури 30 °С втрати в порівнянні із свіжими зразками становили приблизно 15 %, а за температури 70 °С – приблизно 38 %.

Низка канадських науковців зазначили, що сублімаційний метод сушіння допоміг значно зберегти С-вітамінність яблучних снєків із плодів сорту Редкліф, ніж за сушіння на повітрі та в сушильній шафі [108; 109]. Так, його кількість у свіжих яблучних скибочках вищевказаного сорту становила $112,43 \pm 0,18$ мг/100 г сухої маси, а в сублімованих за температури 20 °С упродовж 24 год. – $110,91 \pm 4,41$ мг/100 г сухої маси за 50 °С упродовж 24 год. – $53,19 \pm 2,56$ мг/100 г сухої маси [108].

Титровані органічні кислоти в поєднанні з клітковиною синергетично сприяють підтриманню здорового функціонування травної системи людини, а також підвищують біодоступність мінеральних елементів, зокрема заліза та кальцію [228]. Стабільність умісту титрованих кислот у плодovій продукції, як стверджують N. Pellegrini та M. Serafini [178], може порушуватися різними способами післязбиральної доробки, переробки та зберігання, незважаючи на їхню високу стабільність у порівнянні з іншими сполуками та пігментами. D. Donno та ін. [79] у своїх дослідженнях підтвердив результати, отримані іншими вченими. Він стверджує, що сублімовані яблука сортів Голден Делішес та Камела містять значно більшу кількість органічних кислот (винна і яблучна) порівняно зі свіжими плодами. Про те, що процес сублімування сприяє збільшенню не лише титрованих кислот, а й інших сполук повідомляли такі

дослідники, як D. Donno та ін. [79], A. Joshi та H. Rupasinghe [108] та E. Scheuermann та ін. [204]. Зокрема, вони встановили, що сублімовані яблучні снеки мали вищий уміст цукрів, ніж свіжі плоди [79], схожі результати отримали канадські дослідники за сортом яблук Редкліф [109].

Результати досліджень впливу ліофілізації на зміну поліфенольного комплексу та біоактивності плодів досить суперечливі. Так, дослідники на чолі із E. Scheuermann та ін. [204] довели, що вміст фенолів й антиоксидантна активність ягід муртилли (*Ugni molinae Turcz*) у процесі сублімування збільшується. Незначні зміни відмічали в яблучних снеках із сорту Редкліф – уміст загальних фенолів у свіжих плодах був трохи меншим, ніж у сублімованих [109]. Такі науковці, як A. Kaya та ін. [116], S. Skrovankova та ін. [223], N. Değirmencioğlu та ін. [73] дослідили, що сушіння фруктів під час виробництва закусок суттєво не змінює їхній якісний поліфенольний профіль, а саме, виробничий процес не впливає на рівень флаваноїдів. Водночас антиоксидантна активність не зазнає значного впливу ліофілізації [79]. Факт збільшення поліфенольного комплексу в сублімованих ягодах чорниці довів американський дослідник E. I. Mejia-Meza [142]. Ним відмічено, що кількість поліфенолів у свіжих ягодах становила 361,0 мг/100 г, тоді як у сублімованих їх було 508,2 мг/100 г, а антоціанів – 114,59 та 308,1 мг/100 г [142].

Інші дані, суперечливі вище наведеним, у процесі своїх досліджень отримали дослідники J. Raes та ін. [171], D. Donno та ін. [79]. Вони встановили факт зменшення фенольних сполук у сублімованих порошках чорниці, порівняно зі свіжими ягодами. Але це зменшення було незначним у порівнянні зі зменшення за конвективної та розпилювальної сушки і становило 85 на противагу 18 % за ліофілізації. Зниження рівня вмісту антоціанів у чорниці після сублімування [171], а також у плодах яблуні та годжі [79] дослідники пояснюють деградацію цих речовин, спричиненою термообробкою.

Про зниження антоціанів в екстрактах із плодів йошти на 99,4 % порівняно із сублімацією раніше повідомляли V. Vulgaru та ін. [59]. Водночас

A. Wilkowska та ін. [250] помітили, що ліофілізовані порошки мали в 1,5 рази більше збереження антоціанів, ніж висушені.

Основною причиною пошуку оптимального рішення щодо способу сушіння на заміну традиційній конвективній сушці, є необхідність у збереженні більшої частини нутрієнтно цінних складових ягід як основи для збалансованого харчування людей, особливо дітей. Адже наявність значного асортименту товарів, який не відповідає сучасним уявленням про раціональне харчування, вимагає пошуку альтернатив щодо покращення складу продуктів. Одним зі шляхів вирішення цього питання є використання сушених та сублімованих порошків як натурального ароматизатора та барвника, адже здорове харчування дітей і дорослих – це базова потреба для довголіття та гарного самопочуття.

1.4.2. Конвекційне сушіння, класичний спосіб перероблення плодів

Конвекційне сушіння це один із методів перероблення плодової продукції, основною перевагою якого є технологічна гнучкість та відносно низька вартість обладнання. Метод дозволяє обробляти різну сировину, у тому числі й плодово-ягідну [152]. Конвекційні сушарки є різних типів, їх легко встановлювати та використовувати як вдома, так і в промислових масштабах [117]. Нинішні системи автоматизації дають змогу точно регулювати температуру та швидкість потоку повітря, що забезпечує стабільність процесу. Однак конвекційне сушіння має низку недоліків, зокрема пов'язаних із якістю кінцевого продукту та енерговитратами. Тривалий вплив високих температур призводить до втрати вітамінів, антиоксидантів та зміни кольору сировини [166]. Одним з основних недоліків є «ефект загартовування» (case hardening) – утворення твердої оболонки на поверхні, що перешкоджає подальшому виведенню вологи [198]. Окрім цього значна частина енергії втрачається з відпрацьованим повітрям, що робить цей метод менш екологічним порівняно з вакуумним або сублімаційним сушінням [231].

Вихід сушеної продукції є критичним економічним показником, який для ягідних культур варіюється від 12 % до 22 % від початкової маси. Згідно з дослідженнями Ю. Ф. Снежкіна та Р. О. Шапар [24], цей показник визначається балансом між початковим умістом сухих речовин та кінцевою активністю води. Іншим показником виходу готового продукту є вміст сухих розчинних речовин. Як зазначають А. Wojdyło та ін. [251], ягоди з високим умістом пектинів та цукрів (наприклад, лохина) мають вищий вихід порівняно з водянистими структурами (малина, полуниця).

Сенсорні показники якості сушених плодів, зокрема, забарвлення, зовнішній вигляд та смак, це ті показники, від яких залежить реалізаційний потенціал продукту. Під час сушіння під дією температури відбувається взаємодія вільних амінокислот із цукрами, що призводить до потемніння сировини (меланоїдиноутворення). Разом із випаровуванням води втрачаються леткі ефірні сполуки. Внаслідок незворотної денатурації білків та полісахаридів клітинні мембрани втрачають здатність до відновлення початкового об'єму при замочуванні [243].

М. С. Karim та ін. [114] підкреслюють, що інтенсивна конвекція спричиняє значне зменшення об'єму (до 80 %). Це зумовлено видаленням вільної вологи з капілярів, що призводить до стиснення клітинного каркаса під дією капілярного тиску. Надмірна усадка може блокувати вихід вологи, що потребує подовження часу сушіння та, як наслідок, знижує масу за рахунок окиснення органічних сполук.

До будь-якого процесу перероблення плодів ставиться вимога максимального збереження споживчих та біологічно цінних показників якості. Вітамін С вважається головним маркером збереженості якості. Оскільки цей нутрієнт є надзвичайно чутливим до нагрівання та кисню, його втрати при конвекційному методі є найвищими. За даними Р. Н. S. Santos та М. А. Silva [201], втрати вітаміну С за такого виду перероблення можуть сягати 75-80 %. У ягодах лохини та малини термічне руйнування відбувається через активацію ферментів (на початкових етапах) та подальше неферментативне окиснення.

A. Wojdyło та ін. [252] зазначають, що конвекційне сушіння за 60 °C призводить до втрати від 50 % до 80 % вітаміну С у плодах суниці залежно від сорту. M. Mrkić та ін. [151] встановили, що для ягід шипшини оптимальним є короткочасне сушіння за вищих температур, ніж тривале «м'яке» сушіння, оскільки це скорочує час експозиції кисню.

Основний механізм – термічна інактивація ферментів з подальшим неферментативним окисненням. Н. О. Самойленко [22] вказує, що критичним є період “прогріву” сировини, коли активність оксидаз сягає максимуму перед їхньою повною денатурацією.

Ягоди цінуються за високий уміст антоціанів, що забезпечують антиоксидантні властивості. Проте конвекційне сушіння ініціює їхнє руйнування. A. Michalska та ін. [146] встановили, що тривалий вплив гарячого повітря призводить до розриву глікозидних зв'язків та утворення безбарвних або коричневих продуктів розпаду (халконів). Втрати становлять від 40 % до 60 %.

Іншими цінними біокомпонентами плодів ягідних культур є поліфенольні речовини, до складу яких входять флавоноїди, антоціани, каратиноїди. Дослідження R. P. F. Guiné та ін. [98] демонструють факт зростання загального вмісту фенолів. Це пояснюється руйнуванням клітинних стінок, що полегшує екстракцію зв'язаних фенольних сполук, хоча їхня реальна біологічна цінність падає через часткову полімеризацію.

Висновки до розділу 1

У результаті опрацювання наукових праць відомих світових та вітчизняних науковців встановлено, що плоди ягідних культур, а саме жимолості голубої та суниці садової наділені комплексом поживних та біологічно цінних речовин, які є цінним джерелом вітамінів мінералів для організму людини. Як стверджує низка науковців, урожайність ягідних культур та якість врожаю визначаються генотипом сорту та умовами вирощування, зокрема погодними періоду вегетації. Але ці твердження є неоднозначними і

стосуються здебільшого умов вирощування Західної Європи та Америки (Північної та Південної). Питання впливу погодних умов окремих періодів вегетації на урожайність і якість продукції суниці садової та жимолості голувої в умовах глобальних змін клімату в зоні Лісостепу України, зокрема в Правобережній частині, досліджено недостатньо, особливо щодо сортів, які є об'єктами нашого дослідження. Тому саме вивчення впливу погодних умов на формування урожаю та урожайність досліджуваних сортів ягідних культур дасть змогу виробникам правильно підбирати сорти, які є адаптивними до несприятливих погодних умов і гомеостатичними за вмістом основних біохімічних складових якості, що забезпечить відповідний економічний ефект із високим рівнем рентабельності їхнього виробництва.

Окрім цього теоретичним опрацюванням наукових робіт багатьох дослідників виявлено, що найперспективнішим способом перероблення сьогодення є сублімування, оскільки такий спосіб дає можливість максимально зберігати сенсорні та фітоцінні показники якості плодів, але рівень їхнього збереження значною мірою залежить від генетичних особливостей сортів. У зв'язку з цим одним із завдань дисертаційної роботи є визначення придатності плодів досліджуваних сортів суниці садової та жимолості голувої до перероблення методом сублімаційного та конвективного сушіння. У розділі використані матеріали наукових публікацій автора рукопису, у підготовці та написанні яких його особистий внесок становить 80 %.

Розділ 1 містить матеріали публікацій автора дисертаційної роботи:

Shevchuk L. M., **Нрунык R. I.** Content of biologically active substances in strawberry (*Fragaria*×*Ananassa*) grown in the Forest-Steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2025. Vol. 12, No. 2. P. 42-53. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp12.02.042>

Вінцовська Ю. Ю., **Грунык P. I.** Споживчі та біологічно активні показники якості сублімованих плодів і ягід. *Садівництво*. 2022. 77: 162-171. DOI: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2022-77-162-171>

РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили впродовж 2022 – 2026 рр. на базі Інституту садівництва НААН України, який розміщений у правобережній частині Лісостепової природно-кліматичної зони України, за 4 км від адміністративної межі м. Києва, на висоті 187 м над рівнем моря. ($50^{\circ} 27' 16'' \text{N}$, $30^{\circ} 131' 25'' \text{W}$).

Клімат Лісостепу України помірноконтинентальний, характеризується достатнім зволоженням, середня температура найхолоднішого місяця року – січня – 6°C , а найтеплішого – липня – $+19,5^{\circ}\text{C}$.

Погодні умови в перший місяць вегетації суниці за середньодобовими температурами у 2023 та 2024 роках різнилися не істотно і становили відповідно $6,7$ та $7,0^{\circ}\text{C}$. У 2025 році середньодобові температури були вищими на $1,2^{\circ}\text{C}$, ніж у 2023 році та на $0,9^{\circ}\text{C}$, ніж у 2024 році. Середньобагаторічне значення середньодобових температур повітря за березень становить $3,2^{\circ}\text{C}$, що значно нижче, ніж усі роки досліджень, а саме на $3,5^{\circ}\text{C}$, ніж у 2023 році, на $3,9^{\circ}\text{C}$, ніж у 2024 році та на $4,7^{\circ}\text{C}$ у 2025 р. (табл. 2.1).

Суми активних температур у березні 2023 та 2024 роках почала накопичуватися лише у третій декаді, однак у 2025 році навпаки перші дві декади місяця були теплими, сума активних температур 10°C за ці дні накопичилася на рівні $103,1^{\circ}\text{C}$. Середній багаторічний показник суми активних температур у березні становив $28,6^{\circ}\text{C}$, що є нижчим порівняно з 2023 роком на $21,6^{\circ}\text{C}$, з 2024 роком – на $13,5^{\circ}\text{C}$ та з 2025 роком – на $74,5^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів у цей місяць в усі роки досліджень була меншою за середньобагаторічне значення: у 2023 році – на $19,6$ мм, у 2024 році – на $9,5$ мм, у 2025 році – на $13,8$ мм. Незначна кількість опадів у поєднанні з вищою, порівняно із середньобагаторічними показниками, сумою активних температур зумовили формування відповідного рівня зволоження в березні: гідротермічний коефіцієнт (ГТК) у 2023 році становив $4,0$, у 2024 році – $7,2$, у 2025 році – $1,5$, що є нижчим за середньобагаторічне значення (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Погодні показники періоду від початку вегетації до масового плодоношення ягідних культур, 2023 – 2025 рр.

Місяць	Декада	Середньодобові t °С			Сума активних t 10 °С та вище			Сума опадів, мм			ГТК		
		2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
Березень	I	1,9	2,8	7,4	0,0	0,0	57,8	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	II	3,9	2,9	6,2	0,0	0,0	45,4	4,2	24,6	8,4	0,0	0,0	1,9
	III	8,3	8,7	9,6	50,0	42,1	0,0	11,4	5,8	7,3	2,3	1,3	0,0
за місяць		6,7	7,0	7,9	50,0	42,1	103,1	19,9	30,4	15,7	4,0	7,2	1,5
середнє багаторічне		3,2			28,6			39,5			13,8		
Квітень	I	8,1	14,8	5,3	32,8	129,6	24,9	33,2	1,2	24,9	10,1	0,1	10,0
	II	9,6	11,8	12,7	54,9	87,5	112,5	24,9	27,2	0,0	4,5	3,1	0,0
	III	11,5	12,4	15,9	88,9	108,0	151,7	1,7	22,9	0,3	0,2	2,1	0,0
за місяць		9,7	13,0	11,3	176,6	325,0	289,1	59,2	51,3	25,2	3,4	1,6	0,9
середнє багаторічне		10,6			230,5			31,1			1,3		
Травень	I	12,1	15,8	12,1	112,6	157,8	95,6	0,6	0,0	10,5	0,1	0,0	1,1
	II	18,2	14,1	11,2	181,5	113,8	85,3	0,0	0,6	10,7	0,0	0,1	1,3
	III	19,6	20,5	19,1	215,1	225,3	191,7	0,0	8,7	21,3	0,0	0,4	1,1
за місяць		16,7	16,8	13,7	509,2	496,9	372,6	0,6	9,6	42,5	0,0	0,2	1,1
Середнє багаторічне		16,3			484,1			66,8			1,4		
Червень	I	19,5	21,8	22,0	194,5	218,5	219,9	10,6	7,0	9,8	0,5	0,3	0,4
	II	20,2	20,5	17,3	202,0	205,3	172,6	9,7	71,5	13,7	0,5	3,5	0,8
	III	20,7	22,9	17,7	206,8	229,0	177,0	17,8	15,6	9,0	0,9	0,7	0,5
за місяць		20,1	25,3	19,0	603,3	652,7	569,5	38,1	94,1	32,5	0,6	1,4	0,6
середнє багаторічне		20,7			618,7			66,3			1,1		

У наступний місяць вегетації середньодобові температури повітря 2024 та 2025 років були вищими за середньобагаторічне значення на 2,4 та 0,7 °С і лише у 2023 році вони виявилися нижчими на 0,9 °С (табл. 2.1).

За таких умов в останній зі згаданих років сума активних температур 10 °С та вище в квітні накопичилася на рівні 176,6 °С, що менше, ніж середньобагаторічне значення на 53,9 °С. У 2024 та 2025 роках вказана сума активних температур була вищою за 2023 рік відповідно на 148,4 °С та 112,5 °С. За сумою опадів 2023 та 2024 роки різнилися не істотно, різниця становила 7,9 мм, тоді як квітень 2025 року видався набагато менш зволеним. Кількість опадів у зазначений місяць становила 25,2 мм, що було менше порівняно з 2023 роком на 34 мм, з 2024 роком – на 26,1 мм та менше за середньобагаторічне значення на 5,0 мм. У квітні значення гідротермічного коефіцієнта варіювали в межах від 0,9 у 2025 році до 3,4 у 2023 році, тоді як у 2024 році показник становив 1,6 і був близьким до середньобагаторічного рівня. У 2025 році спостерігалось зниження температури повітря відносно попередніх років дослідження: показник був меншим на 3,4 °С порівняно з 2023 роком, на 3,1 °С – з 2024 роком та на 2,6 °С – відносно середньобагаторічного значення. Очевидно, що за таких середньодобових температур сума активних 10 °С та вище виявилася найнижчою в останній рік досліджень і становила 496,9 °С, найвищою вона була у 2023 році – 509,2 °С. На рівні середньобагаторічного показника вказані температури знаходилися в 2024 році. У дві останні декади травня 2023 року сума активних температур виявилася найвищою – відповідно 181,5 та 215,1 °С, а найнижчою в цей період вона була у 2025 році – відповідно 85,3 та 191,7 °С. Гідротермічний коефіцієнт у перший рік досліджень дорівнював нулю, оскільки опадів випадало дуже мало і всі вони були в першій декаді місяця. У 2024 році кількість опадів у травні становила 9,6 мм, тим часом впродовж першої декади місяця вони були відсутні. Натомість у 2025 році за цей період випало 42,5 мм опадів, що зумовило формування рівня зволоження з гідротермічним коефіцієнтом

відповідно 0,2 та 1,4, що було нижче за середньобагаторічне значення на 1,2 та 0,2 (табл. 2.1).

У червні 2024 року зафіксовано найвищі середньодобові температури повітря, які були вищими порівняно з 2023 і 2025 роками відповідно на 5,3 та 6,3 °С, а також перевищували середньобагаторічний показник на 4,6 °С. У першій декаді червня 2024 і 2025 років сума активних температур (≥ 10 °С) перевищувала 218 °С (табл. 2.1).

Друга та третя декади характеризувалися вищими температурними показниками у 2023 та 2024 роках порівняно з 2025 роком. Кількість опадів у 2024 році становила 94,1 мм, тоді як у 2023 році – 38,1 мм, а у 2025 році – 32,5 мм, що суттєво відрізнялося від середньобагаторічних значень (табл. 2.1).

Відхилення кількості опадів від середньобагаторічної норми у 2023 та 2025 роках спостерігалось у бік зменшення – відповідно на 28,1 та 33,8 мм, тоді як у 2024 році зафіксовано перевищення норми на 27,8 мм. У 2023 році найбільш зволоженою була третя декада червня, найменш – друга. У 2024 та 2025 роках у червні найвищі показники зволоження відзначено у другій декаді, де кількість опадів становила відповідно 71,5 та 13,7 мм. Значення гідротермічного коефіцієнта у 2023 та 2025 роках дорівнювали 0,6, тоді як у 2024 році – 1,4. Максимальне значення цього показника зафіксовано у другій декаді червня 2024 року – 3,5 (табл. 2.1).

Окрім, цього за роки досліджень спостерігалася істотна різниця в температурних показниках, а саме на початку періоду вегетації суниці. Зокрема, у 2025 році в у першій і другій декаді квітня після істотного потепління, коли середньодобова температура повітря на початку квітня знаходилася на рівні 11,5–13,8 °С, спостерігалось пониження температурного показника до -3,8–0,0 °С. Водночас середньодобова температура повітря опустилася до -0,05–0,95 °С. Така погода трималася понад 10 діб. У 2023 та 2024 роках критичного пониження температурних показників не спостерігалось (табл. 2.1).

Ґрунт ділянки, де створені насадження ягідних культур темно-сірий опідзолений. Карбонати в такого типу ґрунтів залягають на глибині 110–150 см. Гумусова складова дорівнює 2,4–3,5 %, сума ввібраних основ – 11–24 мг-екв. на 100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 74–89 %, реакція ґрунтового розчину слабкокисла (рН = 6,1...6,7). У горизонті залягання кореневої системи ягідних культур рівень забезпечення рухомими формами високий (28,9 мг/100 г ґрунту), а калієм оптимальний – 13,0–48,1 на 100 г ґрунту, уміст лужногідролізованого азоту становить 11,3 мг на 100 г ґрунту, що є оптимальним.

Насадження суниці садової створені в 2022 році, схема садіння 0,25 x 0,9 м, утримання ґрунту в міжрядді насаджень – під мульчуванням соломою.

Насадження жимолості голубої створені в 2017 році, схема садіння 3,0 x 0,75 м; лохини – у 2016 році, схема садіння – 3,0 x 0,75 м, утримання ґрунту в міжряддях в обох культур – природне задерніння. Насадження досліджуваних ягідних культур створені на богарі, догляд за ними здійснювався відповідно до загальноприйнятих технологій вирощування жимолості голубої та суниці садової у лісостеповій природно-кліматичній зоні України.

Польові дослідження виконували на експериментальних насадженнях ягідних культур, тоді як лабораторні та аналітичні дослідження здійснювали для свіжих, сублімованих і сушених плодів. Методом математичного опрацювання та статистичного аналізу отриманих даних досліджень встановлювали істотну міжсорткову різницю та різницю в межах сорту за роками досліджень між урожайністю, фізичними, споживчими та біологічно активними показниками якості плодів.

Під час досліджень фіксували такі погодні показники: суму опадів, середньодобову температуру повітря, суму активних температур повітря 10 °С та вище і гідротермічний коефіцієнт за період з початку вегетації до масового досягання плодів. Дані були отримані на метеостанції Vantage Pro2 Plus, яка

розміщена на дослідному полі Інституту садівництва НААН України. Гідротермічний коефіцієнт розраховували за формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R \times 10}{\sum t}$$

де: ГТК – гідротермічний коефіцієнт;

$\sum R$ – сума опадів за період з температурами вище 10 °С (мм);

$\sum t$ – сума активних температур за той самий період (°С);

10 – коефіцієнт масштабування для приведення показників до порівняних величин.

Фенологічні спостереження, а саме початок вегетації, цвітіння, досягання плодів, проводили згідно з «Методикою проведення експертизи сортів рослин групи плодових, ягідних, горіхоплідних, субтропічних та винограду на придатність до поширення в Україні» (2016) [9].

Агрохімічні дослідження ґрунту відповідно до стандартизованих методик виконували у лабораторних умовах: ДСТУ 7863 «Визначення легкогідролізованого азоту методом Корнфілда» [32]; ДСТУ 4405 «Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова» [33] в модифікації ННЦ ПА.

Відбір зразків плодів для аналітичних досліджень здійснювали відповідно до «Методики оцінки якості плодово-ягідної продукції» (2008) [8]. Розмір проби плодів ягідних культур для виконання фізичних, сенсорних та біохімічних досліджень відповідав вимогам ДСТУ ISO 874 [12].

Визначення фізичних показників якості, а саме середньої маси плодів, визначали методом зважування на лабораторних вагах із точністю до другого знаку, для цього хаотично відбирали по 20 плодів із трьох кущів кожного сорту, один кущ – повторення. Твердість ягід визначали за допомогою стаціонарного пенетрометра «Shatilon». Для аналізу відбирали по п'ять плодів у кожному повторенні; дослід проводили у трьох повтореннях для кожного сорту. Загалом було проаналізовано по 15 ягід кожного досліджуваного сорту. Результати

зважування та сили роздавлення (твердсть) плодів представляли, як середнє з трьох отриманих результатів, по кожному сорту.

Дегустаційним методом, із залученням 9 наукових співробітників інституту, оцінювали сенсорні показники якості свіжих, сушених плодів та субліматів за такими показниками: зовнішній вигляд, смак, забарвлення. Результати органолептичного аналізу виражали в балах за 5-бальною шкалою згідно з «Методикою оцінки якості плодово-ягідної продукції» (2008) [8].

Аналітичні дослідження свіжих, сушених плодів ягідних культур та субліматів з них виконували за стандартизованими методиками: ДСТУ 7804 «Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання сухих речовин або вологи» [22], ДСТУ 8402 «Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин» [20], ДСТУ 4954 «Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів» [18], ДСТУ 4957 «Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності» [19], ДСТУ 8069 «Продукти перероблення фруктів та овочів. Титрометричний метод пектинових речовин» [21]. Визначення поліфенольних речовин, антоціанів та халконів виконували спектрофотометричним методом ULAB 102UV. Уміст органічних речовини у свіжих плодах суниці та жимолості голубої приставляли у % на сирі масу, білогічно активних речовин – у мг/100 г сирі маси (розділ 4). Цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) свіжих ягід суниці та жимолості голубої розраховували як відношення загальної кількості цукрів до кількості титрованих кислот.

Сублімування та сушіння плодів виконували відповідно до технологічних інструкцій. Технологічна інструкція сублімування складається із декількох етапів, які проводилися в певній чіткій послідовності в сублімаційній шафі С.С.02, зокрема:

- плоди суниці заморожували за температури $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ упродовж 10 годин, сушили за $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ упродовж 20 годин;

- плоди жимолості голубої заморожували за температури $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ упродовж 15 годин, сушили за $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ упродовж 15 годин.

Згідно з покроковою інструкцією для сублиматора С.С.02 підготовку продукції розпочинали із сортування плодів за ступенем стиглості, далі калібрували за розміром. Підготовлену, відкалібровану сировину очищали від забруднення способом миття у проточній воді з подальшим просушування та завантаженням до сублиматора. Плоди суниці піддавали сублимаційному сушінню у цілому вигляді, тоді як плоди жимолості голубої перед сублимуванням розрізали навпіл через щільну шкірочку, яка ускладнює видалення вологи з плоду під час процесу сушіння.

Після завершення процесу сублимування плоди сортували й пакували в щільну герметичну тару, крафт-пакети, де сублимати зберігалися без доступу повітря та світла. Свіжі сублимати оцінювали за органолептичними показниками якості та встановлювали рівень збереження плодами після термообробки (сублимування) поживних і біологічно активних речовин, дослідження проводили згідно з вище зазначеними методиками.

Сушіння плодів суниці та жимолості голубої виконували в сушильній шафі «Садочок 2М» (Україна) за температури 65 °С упродовж 10 годин.

Для сублимування та сушіння брали по 1000 г свіжих плодів суниці й жимолості голубої. Готовність продукту із суниці визначали: сублиматів у разі досягнення в плодах умісту вологи $3,0 \pm 0,2$ %, сушених плодів $14,9 \pm 0,2$ %, із жимолості голубої – відповідно $4,6 \pm 0,4$ та $14,8 \pm 0,2$ %. Уміст біологічно активних речовин (розділ 5) у свіжих плодах та продуктах переробки з них (сублиматах і сушених ягода) переставляли у мг/100 сухої речовини.

Перерахунок умісту біологічно активних речовин на суху масу (табл. 2.2) робили за формулою:

$$V = \frac{V1*100\%}{V2},$$

де V – уміст біокомпоненту перерахований на суху масу;

V1 – уміст біокомпоненту в сирій наважці;

V2 – уміст сухої речовини в зразку.

Уміст сухої речовини в плодах суниці та жимолості голубої

Сорти	Вміст сухої речовини, %	Сорти	Вміст сухої речовини, %
суниця садова		жимолость голуба	
Геркулес	10,3	Спокуса	18,2
Ольвія	9,4	Алісія	18,7
Веселка	7,8	Каріна	17,1
Вайбрант	8,9	Дует	14,3
Презент	7,3	Аврора	15,5
Атлантида	8,9		
Флоренс	10,6		

Економічну ефективність виробництва субліматів із плодів жимолості голубої, суниці визначали за згідно з «Методикою економічної та енергетичної оцінки типів плодкових насаджень сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві» (2006).

Статистичну обробку даних виконували за допомогою програми STATISTICA 13.1 (StatSoft, Inc., USA). Результати представлені у вигляді середніх значень із їхніми стандартними похибками ($x \pm SE$), у розлілі 5 у вигляді середніх значень із їхніми стандартними відхиленнями ($x \pm SV$). Відмінності відносно середнього міжсортного значення визначали за допомогою програми ANOVA. Результати досліджень представляли на рівні достовірності за $P < 0,05$.

Верхні індекси (^{a, b}) у рядках табличних матеріалів біля показників у розділах 3 і 4 вказують на істотну різницю між показником у рік досліджень та середнім визначеним для сорту значенням (\bar{x}) за три роки досліджень.

Верхні індекси (^{c, d}) у рядках табличних матеріалів розділів 3 і 4 вказують на істотну різницю між показником та середнім визначеним значенням (\bar{x}) для групи сортів, що досліджували за кожен рік досліджень.

Верхні індекси (^{a, b}) у табличних матеріалах розділу 5 позначають істотні відмінності показників від середнього значення (\bar{x}); індекс (^c) – відносно

показників свіжих плодів відповідного сорту, індекс (^d) – відносно показників сублімованих плодів.

У розділі використані матеріали з публікації здобувача:

Shevchuk L., **Нрунык R.** The influence of genetic traits of the variety on the preservation of bioactive compounds in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) fruits during sublimation and drying. *Plant & Soil Science*, 2025. Vol. 16, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant2.2025.37>

РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЯ, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ЯГІДНИХ КУЛЬТУР ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ РОКУ ВИРОЩУВАННЯ

3.1. Особливості проходження фенологічних фаз ягідними культурами за різних погодних умов року вирощування

Період вегетації суниці садової ранньостиглих сортів у 2023 році розпочався 15 березня, що на 2 дні пізніше порівняно з 2024 роком та на 6 днів – порівняно з 2025 роком. Тривалість вегетаційного періоду у 2023 році становила 46 діб, тоді як у 2024 році – 37 діб, а у 2025 році – 48 діб (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Строки проходження фенологічних фаз від розпускання листків до цвітіння суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Фенологічні фази								
	початок вегетації			початок цвітіння			к-ть днів від початку вегетації до цвітіння		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Ольвія	15.03	13.03	09.03	01.05	20.04	27.04	46	37	48
Веселка									
середньостиглі									
Геркулес	19.03	13.03	12.03	04.05	26.04	29.04	45	43	45
Презент									
пізньостиглі									
Вайбрант	22.03	16.03	15.03	10.05	26.04	10.05	48	40	56
Атлантида									
Флоренс									

Ріст та розвиток рослин суниці до цвітіння проходив за середньодобових температур повітря 8,7–10,0 °С. Водночас сума активних температур становила 198,3 °С у 2023 році, у 2024 та 2025 роках – відповідно 259,2 та 315,8 °С. Найменшу кількість опадів у зазначений період зафіксовано у 2025 році – 40,9 мм; водночас цього було достатньо для формування задовільного рівня зволоження, оскільки значення гідротермічного коефіцієнта становило 1,3. У 2023 році ГТК дорівнював 2,8, а у 2024 році – 2,3 (табл. 3.2).

Сорти Геркулес та Презент у 2023 та 2025 роках розпочали своє пробудження на 3 дні пізніше, ніж Ольвія та Веселка. У 2024 році чіткої межі між початком росту ранньостиглих та середньостиглих сортів встановлено не було. Період росту, розвитку та бутонізації у сортів Геркулес і Презент тривав майже однаково в усі роки і становив 43-45 днів (табл. 3.1).

Таблиця 3.2

Погодні періоду від початку вегетації до цвітіння суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Середньодобова t, °C			Сума опадів, мм			Сума активних t 10 °C та вище		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Ольвія	8,7	10,0	9,6	70,6	58,8	40,9	248,3	259,2	315,8
Веселка									
середньостиглі									
Геркулес	9,6	10,0	9,6	70,6	81,7	40,9	293,4	305,1	306,9
Презент									
пізньостиглі									
Вайбрант	9,9	10,0	10,1	70,1	80,0	36,4	337,9	305,2	384,5
Анлантида									
Флоренс									

Середньодові температури повітря в цей період фенологічного розвитку згаданих сортів суниці садової становили 9,6–10,0 °C, сума активних температур (≥ 10 °C) становила 293,4 °C у 2023 році, 305,1 °C у 2024 році та 306,9 °C у 2025 році. Найзволоженішим видався період росту та розвитку середньостиглих сортів суниці у 2024 році, коли за вказаний період випало 81,7 мм опадів, що забезпечено гідротермічний коефіцієнт 2,7, не набагато менше опадів було і в попередній рік – 70,6 мм, ГТК становив 2,4. У 2025 році опадів випало на половину менше, ніж у попередній рік, а саме 40,9 мм, ГТК дорівнював 0,6, що є не достатнім для нормального проходження вказаної фенофази рослинами суниці (табл. 3.2).

Тривалість проходження фенологічних фаз росту, розвитку та бутонізації у суниці садової пізніх строків досягання становила 56 діб у 2025 році, що

було на 8 діб менше порівняно з 2023 роком і на 16 діб менше, ніж у 2024 році. Найраніше, 15 березня, сорти пізніх термінів досягання розпочали свою вегетацію у 2025 році, а найпізніше – 22 березня – у 2023 році. У 2024 році пробудження суниці садової спостерігалось 16 березня і період росту та розвитку до цвітіння тривав 40 днів до 26 квітня, що пов'язано з температурними коливаннями в останній зі згаданих років, а саме різким похолоданням у першій декаді квітня (див. табл. 2.1 розділ 2). Середньодобові температури повітря за вказаний період 2023 року становили 9,9 °С, у 2024 році – 10,0 °С та у 2025 році – 10,1 °С. Сума активних 10 °С та вище становила від 305,2 °С у 2024 році до 384,5 °С у 2025 році з проміжним значенням 337,9 °С у 2023 році. Найменш зволожений видався період росту, розвитку та бутонізації суниці сортів Вайбрант, Атлантида та Флоренс у 2025 році, коли сума опадів становила 36,4 мм, а гідротермічний коефіцієнт 0,9, тоді як у 2024 році ГТК становив 2,6 за кількості опадів 80,0 мм, а в 2023 році – відповідно 2,1 та 70,1 мм (табл. 3.2).

Жимолость голуба ранніх, середніх та пізніх термінів досягання свою вегетацію у 2023 році розпочала першого квітня. У 2025 році період вегетації усіх досліджуваних сортів також почався одночасно, як і в 2023 році, а саме 6 березня, що на 24 дні раніше, ніж у 2023 році (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Строки проходження фенологічних фаз від розпускання бруньок до цвітіння жимолості голубої, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Фенологічні фази								
	початок вегетації			початок цвітіння			к-ть днів від початку вегетації до цвітіння		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Каріна	01.04	13.03	6.03	13.04	31.03	11.03	12	18	5
Дует									
середньостиглі									
Алісія	01.04	16.03	6.03	15.04	01.04	11.03	14	15	5
Спокуса									
пізньостиглий									
Аврора	01.04	16.03	6.03	20.04	01.04	13.03	19	15	7

Ранньому початку вегетації усіх сортів жимолості голувої у 2025 році сприяли підвищені середньодобові температури. Сорти ранніх термінів досягання у 2024 році почали вегетувати 13 березня, що на 18 днів раніше, ніж у 2023 році та на 7 днів пізніше, ніж у 2025 році (табл. 3.3).

Середньостиглі сорти жимолості голувої у 2025 році вступили в пору вегетації одночасно з пізньостиглим сортом Аврора 16 березня, що на 3 дні пізніше, ніж сорти Каріна та Дует. Тривалість періоду від початку вегетації до початку цвітіння в сортів жимолості голувої усіх груп стиглості найкоротшою була у 2025 році і становила 5 днів для сортів Каріна, Дует, Алісія, Спокуса та 7 днів для сорту Аврора. Прискореному протіканню фенофаз у вказаний рік сприяли підвищені середньодобові температури, за яких сума активних температур 10 °С та вище за період від початку вегетаційного періоду до цвітіння для сортів ранніх та середніх строків досягання становила 69,4 °С, а для пізнього сорту – 90,9 °С (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Погодні умови періоду від початку вегетації до цвітіння плодів жимолості голувої, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Середньодобова t, °С			Сума опадів, мм			Сума активних t 10 °С та вище		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Каріна	8,7	6,5	11,5	50,0	30,4	0,0	55,4	42,1	69,4
Дует									
середньостиглі									
Алісія	8,5	7,8	11,5	55,6	30,4	0,0	55,4	59,8	69,4
Спокуса									
пізньостиглі									
Аврора	8,8	7,8	11,3	57,6	30,4	4,5	87,9	59,8	90,9

У 2023 році ранньостиглі сорти почали цвітіння 13 березня, середньо- та пізньостиглий – 4 квітня. На період настання фенофази цвітіння сортів Каріна, Дует, Алісія та Спокуса у 2023 році накопичилася сума активних температур 10 °С та вище на рівні 55,4 °С і пізнього сорту – 87,9 °С за середньодобових

температур 8,7, 8,5 та 8,8 °С відповідно. Пізньостиглий сорт Аврора у 2024 році вступив у фенофазу цвітіння за настання суми активних температур 10 °С та вище у тій же кількості, що й у попередній рік (59,8 °С). Водночас сорти Алісія та Спокуса для початку фенофази цвітіння у 2024 році потребували суму вказаних температур на рівні 59,8 °С, що не значно вище за попередній та на рівні наступного року. Варто зазначити, що період від початку вегетації до цвітіння жимолості голувої у 2023 році був дощовим, кількість опадів становила 50,0–57,6 мм, у 2024 році їх було в середньому на 20 мм менше, а в 2025 році період від початку вегетації до початку цвітіння сортів раннього та середнього термінів досягання проходив за відсутності опадів (табл. 3.4).

Висновки до підрозділу 3.1

Для проходження фенофаз росту та бутонізації рослинами суниці садової ранніх строків досягання достатньо накопичення суми активних температур (≥ 10 °С) у межах 248,3–315,8 °С; для середньостиглих сортів цей показник становить 293,4–306,9 °С, а для пізньостиглих – 305,2–384,5 °С. Цвітіння сортів жимолості голувої настає за середньодобової температури повітря 6,5–11,5 °С та накопичення суми активних температур (≥ 10 °С) у межах 42,1–69,4 °С для ранньостиглих сортів, 55,4–69,4 °С – для середньостиглих та 59,8–90,9 °С – для пізньостиглих.

3.2. Урожайність, фізичні показники якості плодів суниці садової та жимолості голувої в умовах вирощування Лісостепу України

Суниця садова

Тривалість періоду від початку цвітіння до завершення досягання плодів суниці у ранньостиглих сортів тривав 36 днів у 2023 році, 39 – у 2024 році та 42 дні у 2025 році (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Тривалість періоду від початку цвітіння до завершення плодоношення суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Фенологічні фази								
	початок цвітіння			завершення достигання			к-ть днів від цвітіння до завершення достигання		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Ольвія	01.05	20.04	27.04	06.06	29.05	08.06	36	39	42
Веселка									
середньостиглі									
Геркулес	04.05	26.04	29.04	10.06	31.05	10.06	37	35	42
Презент									
пізньостиглі									
Вайбрант	10.05	26.04	10.05	21.06	11.06	20.06	42	46	41
Атлантида									
Флоренс									

Середньодобові температури повітря у зазначені періоди були найвищими у 2023 році та становили 16,9 °С. У 2024 році цей показник знизився до 15,5 °С, тоді як у 2025 році був меншим на 1,6 °С порівняно з 2023 роком і на 0,3 °С – порівняно з 2024 роком (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Показники погоди періоду від початку цвітіння до завершення плодоношення суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Середньодобова t, °С			Сума опадів, мм			Сума активних t 10 °С та вище		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Ольвія	16,9	15,5	15,2	6,4	27,8	52,3	618,8	569,6	596,1
Веселка									
середньостиглі									
Геркулес	17,6	16,6	15,7	10,4	9,6	52,3	661,7	570,7	623,5
Презент									
пізньостиглі									
Вайбрант	19,2	19,1	16,7	20,3	20,5	59,7	826,9	797,2	669,5
Атлантида									
Флоренс									

За період від початку цвітіння до завершення плодоношення сортів Ольвія та Веселка найбільше опадів випало у 2025 році – 52,3 мм, а найменше у 2023 році – 6,4 мм, із проміжним значенням у 2024 р – 27,8 мм. Сума активних температур (≥ 10 °C) у 2023 році становила 618,8 °C, що перевищувало показник 2024 року на 49,2 °C та 2025 року – на 22,1 °C (табл. 3.6).

Тривалість періоду середньостиглих сортів, від початку цвітіння до завершення досягання становила: 35 днів у 2024 році, 37 – у 2023 році, найтривалішим цей період був у 2025 році і становив 42 дні (табл. 3.5).

Період від початку цвітіння до завершення досягання плодів Геркулес та Презент характеризувався середньодобовою температурою повітря на рівні 17,6 °C у 2023 році, 16,6 °C у 2024 році та 15,7 °C у 2025 році. За таких середньодобових температур найвищою сума активних температур (≥ 10 °C) була в період від початку цвітіння до завершення досягання вказаних сортів у 2023 році і становила 661,7 °C (табл. 3.6).

У наступний рік згадані температури виявилися нижчими на 91,0 °C, а в 2025 році – на 38,2 °C. Найбільш зволожений період цвітіння та досягання плодів суниці середніх строків досягання (як і ранніх сортів) виявився у 2025 році, коли кількість опадів становила 52,3 мм. Найменший рівень зволоження зафіксований у 2024 році – лише 9,6 мм опадів. За таких показників температури та опадів, гідротермічний коефіцієнт вказаного періоду в найбільш зволожений рік становив 0,8, у найменш зволожений та в 2023 році він становив 0,2 (табл. 3.6).

Сорти Вайбрант, Атлантида та Флоренс проходили фенофази цвітіння та досягання 42 дні за середньодобових температур повітря 19,2 °C у 2023 році. Практично за таких же температур (19,1 °C) протікання вказаних фенофаз було і в наступному році, але становило 46 днів. Менш тривалим цей період був у 2025 році і становив 41 день. Водночас середньодобові температури були нижчими на 2,5 °C, ніж у 2023 році та на 2,4 °C, ніж у 2024 році (табл. 3.6).

Сума активних температур (≥ 10 °C) періоду від цвітіння до завершення досягання пізніх сортів суниці варіювала від 669,5 °C у 2025 році до 826,9 °C у 2023 році, у 2024 році вона становила 797,2 °C (табл. 3.6).

Найбільш зволеним періодом від цвітіння до завершення досягання плодів суниці усіх сортів видався у 2025 році. У цей рік гідротермічний коефіцієнт вказаного періоду сортів Вайблант, Атлантида та Флоренс становив 0,9, тоді як у попередній рік він становив 0,3, а в 2023 році – 0,2 (табл. 3.6).

За таких погодних умов найвищу урожайність суниця садова мала у 2023 році – 10,4 т/га, найнижчою (7,8 т/га) вона була у 2025 році з проміжним значенням (8,6 т/га) у 2024 році. Серед досліджуваних сортів суниці найвищу середню за роки досліджень урожайність сформував сорт Вайбрант – 10,8 т/га. Цей сорт відзначився й найвищою варіабельністю, зокрема, максимальний урожай його плодів був зібраний у 2023 році – 12,1 т/га, у 2024 році – 10,7, а в 2025 році – 9,5 т/га. Окрім сорту Вайбрант врожайність більше 10,7 т/га мав сорт Веселка, максимум якого (11,8 т/га), як і в попередньо сорту, припав на 2023 рік, а мінімум (9,6 т/га) на 2025 рік. Інші сорти з досліджуваної групи також відзначилися найвищою урожайністю у 2023 році. Зокрема, у сорту Ольвія вона становила 9,3 т/га проти 7,6 т/га у 2024 році та 7,1 т/га у 2025 році. У 2023 році сорт Геркулес сформував вищу урожайність, ніж у 2024 та 2025 роках, перевищуючи їх показники на 2,1 та 3,3 т/га відповідно. У сорту Атлантида встановлено істотну різницю в урожайності між 2023 та 2025 роками: у 2023 році зібрано 10,5 т/га плодів, що на 4,1 т/га більше порівняно з 2025 роком (табл. 3.7).

Коефіцієнти варіації, які вказують на міжсорткову різницю урожайності на рівні середнього, були у 2024 та 2025 роках – 18,3 та 17,9 % відповідно. Мінімальним (10,8 %) цей показник мінливості виявився у 2023 році (табл. 3.7).

Урожайність суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Урожайність, т/га			Середнє \pm SE
	2023	2024	2025	
Ольвія	9,3 \pm 0,3 ^{ad}	7,6 \pm 0,5 ^d	7,1 \pm 0,2 ^d	8,0 \pm 0,7
Веселка	11,8 \pm 0,4 ^{ac}	10,6 \pm 0,4 ^c	9,6 \pm 0,3 ^{bc}	10,7 \pm 0,6 ^c
Геркулес	9,5 \pm 0,3 ^{ad}	7,4 \pm 0,3 ^d	6,2 \pm 0,2 ^{bd}	7,7 \pm 1,0 ^d
Презент	10,2 \pm 0,6	9,6 \pm 0,2 ^c	8,5 \pm 0,4	9,4 \pm 0,5
Вайбрант	12,1 \pm 0,5 ^c	10,7 \pm 0,4 ^c	9,5 \pm 0,4 ^{bc}	10,8 \pm 0,8 ^c
Атлантида	10,5 \pm 0,3 ^a	7,6 \pm 0,4 ^d	6,4 \pm 0,4 ^{bd}	8,2 \pm 1,2
Флоренс	9,5 \pm 0,5 ^a	7,0 \pm 0,5 ^d	7,4 \pm 0,3	8,0 \pm 0,8
Середнє \pm SE	10,4 \pm 0,4	8,6 \pm 0,4	7,8 \pm 0,3	9,1 \pm 0,8
Max	12,1 \pm 0,6	10,7 \pm 0,4	9,6 \pm 0,3	10,8 \pm 0,8
Min	9,3 \pm 0,3	7,0 \pm 0,5	6,2 \pm 0,2	7,7 \pm 1,0
V, %	10,8	18,3	17,9	14,6

Проведеним кореляційним аналізом встановлено, що урожайність більшості сортів суниці, які досліджували, має дуже високий позитивний зв'язок із середньодобовою температурою повітря періоду від початку цвітіння до завершення досягання плодів. А саме у таких сортів, як Ольвія ($r = 0,999$), Презент ($r = 0,999$) та Геркулес ($r = 0,992$) урожайність майже лінійно залежала від показника тепла цього періоду. Це свідчить про те, що підвищення температури повітря в період від цвітіння до збирання плодів критично важливе для формування врожаю зазначених сортів. Для сорту Флоренс встановлений помірний кореляційний зв'язок ($r = 0,398$), що свідчить про його відносно високу адаптивність або генетичну стійкість до температурних коливань (табл. 3.8).

Інша картина спостерігалася із сумою опадів. Чітко простежувалася сильна негативна кореляція (від $r = -0,729$ до $r = -0,996$) майже для всіх сортів, за винятком Флоренс. Така кореляційна історія свідчить про те, що збільшення кількості опадів у період від цвітіння до досягання може бути причиною зниження врожайності. Зокрема, надмірна вологість у цей період може

спричиняти ураження плодів гнилями, що негативно вплине на товарність врожаю. Найчутливішим до опадів виявився сорт Веселка ($r = -0,996$) (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Кореляційна залежність урожайності та фізичних показників якості плодів суниці від погодних чинників періоду вегетації

Сорти	Середньодобові температури повітря, °С	Сума опадів, мм	Сума активних температур 10 °С та вище
урожайність			
Ольвія	0,999	-0,935	0,720
Веселка	0,954	-0,996	0,507
Геркулес	0,992	-0,767	0,554
Презент	0,999	-0,983	0,074
Вайбрант	0,861	-0,845	0,925
Атлантида	0,750	-0,729	0,836
Флоренс	0,398	-0,370	0,525
маса			
Ольвія	-0,937	0,999	-0,461
Веселка	-0,229	-0,164	-0,822
Геркулес	0,031	-0,566	-0,881
Презент	0,758	-0,990	-0,246
Вайбрант	0,137	-0,167	-0,006
Атлантида	0,601	-0,625	0,481
Флоренс	0,429	-0,457	0,296
твердість плоду			
Ольвія	0,749	-0,947	0,111
Веселка	0,277	-0,627	-0,438
Презент	-0,402	-0,156	-0,999
Геркулес	0,993	-0,771	0,550
Вайбрант	-0,962	0,958	-0,991
Флоренс	-0,949	0,958	-0,894
Атлантида	0,848	-0,864	0,763

Сума активних температур на рівні 10 °С та вище має позитивний зв'язок з урожайністю досліджуваних сортів суниці. Найтіснішим цей зв'язок був у сортів Вайбрант ($r = 0,925$) та Атлантида ($r = 0,836$). Не встановлений зв'язок між кількістю тепла за період від початку цвітіння до завершення достиганням

плодів та їхньою врожайністю для сорту Презент ($r = 0,074$). Позитивний кореляційний зв'язок середньої сили виявлений у сортів Веселка ($r = 0,507$), Геркулес ($r = 0,554$) і Флоренс ($r = 0,525$) (табл. 3.8).

Маса плодів суниці варіювала залежно від сорту та року вирощування. Істотною мінливістю цього показника за роками досліджень виділився сорт Презент, маса плоду якого найменшою була у 2025 році і становила 8,9 г, тоді як у 2023 році вона становила 14,9 г, а в 2024 році – 16,1 г. Іншим сортом із низькою стабільністю маси плоду виявився Вайбран. Середній показник за період досліджень становив 15,8 г, однак була зафіксована суттєва амплітуда коливань між 2023 (13,0 г) та 2024 роком (19,3 г) (табл. 3.9).

У 2023 році найбільшу масу плодів зафіксовано у сорту Презент (14,9 г). У 2024 році високі показники відзначені у сортів Веселка (17,3 г), Геркулес (15,9 г), Презент (16,1 г) та Флоренс (18,8 г). Середній міжсортний показник у 2024 році становив 16,0 г, що перевищувало значення 2023 року на 3,3 г та 2025 року – на 3,5 г. У 2025 році найбільшу за всі роки досліджень масу плодів мав сорт Ольвія (13,7 г) проти 12,2 г у 2024 році та 10,7 г у 2023 році (табл. 3.9).

Коефіцієнт варіації у перший рік досліджень становив 12,1 %, що свідчить про незначну міжсортну диференціацію за цим показником якості. Проте у 2024 та 2025 роках рівень мінливості зріс до 18,1 % та 17,1 % відповідно. Встановлено, що метеорологічні умови в період вегетації та розвитку рослин у ці роки мали неоднорідний вплив на процес накопичення маси плодів, що зумовило істотне міжсортну варіабельність досліджуваної ознаки (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Маса і твердість плодів суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Середня маса, г			Середнє ± SE	Твердість, N			Середнє ± SE
	2023	2024	2025		2023	2024	2025	
Ольвія	10,7 ± 0,9 ^d	12,2 ± 0,5 ^d	13,7 ± 0,4 ^{ac}	12,2 ± 0,9 ^d	4,5 ± 0,2	4,4 ± 0,2	5,2 ± 0,2 ^a	4,7 ± 0,2
Веселка	13,5 ± 0,4	17,3 ± 0,3 ^{ac}	12,9 ± 0,7	14,5 ± 1,4	3,5 ± 0,2 ^{bd}	3,9 ± 0,2 ^d	4,5 ± 0,2 ^a	4,0 ± 0,2
Геркулес	13,2 ± 0,4	15,9 ± 0,7 ^a	13,0 ± 0,4	12,3 ± 1,8	5,0 ± 0,2 ^c	4,8 ± 0,2	4,4 ± 0,2 ^b	4,7 ± 0,1
Презент	14,9 ± 0,5 ^{ac}	16,1 ± 0,4 ^a	8,9 ± 0,5 ^{bd}	13,3 ± 2,2	3,2 ± 0,1 ^{bd}	4,7 ± 0,2 ^a	3,8 ± 0,2 ^d	3,9 ± 0,2
Вайбрант	13,0 ± 0,6 ^b	19,3 ± 0,7 ^{ac}	15,2 ± 0,4 ^c	15,8 ± 1,8	5,0 ± 0,1 ^{bc}	6,2 ± 0,2 ^c	6,7 ± 0,3 ^{ac}	6,0 ± 0,3 ^c
Атлантида	10,6 ± 0,5 ^d	12,1 ± 1,1 ^d	10,3 ± 0,3 ^d	11,0 ± 0,6 ^d	4,0 ± 0,1	4,6 ± 0,2	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,1
Флоренс	12,8 ± 0,8	18,8 ± 0,8 ^{ac}	13,1 ± 0,3	14,9 ± 2,0	4,6 ± 0,2	5,1 ± 0,2	5,0 ± 0,1	4,9 ± 0,1
<i>Середнє ± SE</i>	<i>12,7 ± 0,6</i>	<i>16,0 ± 0,5^a</i>	<i>12,5 ± 0,4</i>	<i>13,7 ± 0,5</i>	<i>4,3 ± 0,2</i>	<i>4,8 ± 0,2</i>	<i>4,9 ± 0,2</i>	<i>4,6 ± 0,2</i>
<i>Max</i>	<i>14,9 ± 0,5</i>	<i>19,3 ± 0,7</i>	<i>16,1 ± 0,4</i>	<i>15,8 ± 0,9</i>	<i>5,0 ± 0,1</i>	<i>6,2 ± 0,2</i>	<i>6,7 ± 0,3</i>	<i>6,0 ± 0,3</i>
<i>Min</i>	<i>10,6 ± 0,5</i>	<i>8,9 ± 0,5</i>	<i>10,3 ± 0,3</i>	<i>11,0 ± 0,6</i>	<i>3,2 ± 0,1</i>	<i>3,9 ± 0,2</i>	<i>3,8 ± 0,2</i>	<i>3,9 ± 0,2</i>
V, %	12,1	18,1	17,1	12,0	16,5	14,6	19,6	15,1

З допомогою кореляційного аналізу виявлено позитивну залежність маси плодів сорту Ольвія ($r = 0,999$) від суми опадів за період від початку цвітіння до завершення плодоношення. Сорт Презент ($r = -0,990$) відзначився сильною негативною залежністю. Це є свідченням того, що сорт краще розкриває потенціал накопичення маси в умовах помірного зволоження. Сорти Веселка та Вайбрант мали слабкий зв'язок маси з вологістю періоду їхнього зав'язування, росту та розвитку, що свідчить про їхню відносну стійкість до рівня зволоження вказаного періоду (табл. 3.8).

Встановлений тісний кореляційний зв'язок накопичення маси плодів суниці сортів Ольвія та Презент із середньодобовими температурами повітря. Зокрема, для сорту Ольвія ($r = -0,937$) він був сильним негативним, а саме підвищення середньодобової температури повітря спричиняло різке зменшення маси його плодів. І навпаки, сорт Презент ($r = 0,758$) виявився доволі теплолюбним, про що свідчить сильний позитивний зв'язок. Сорти Геркулес та Вайбрант є нейтральними до температурних коливань, маса їхніх плодів була стабільною незалежно від того, чи було літо прохолодним чи жарким (табл. 3.8).

Сума активних температур $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище негативно корелювала з масою плодів сортів Геркулес ($r = -0,881$) та Веселка ($r = -0,822$). Для зазначених сортів накопичення великої кількості тепла не сприяло збільшенню маси їхніх ягід. Для сорту Вайбрант не встановлено залежності накопичення маси його плодів від температурного чинника (табл. 3.8).

Сорт Вайбрант характеризувався найвищим середнім показником твердості плодів за три роки досліджень, який становив $6,0\text{ N}$. Найбільшою у цього сорту вона виявилася у 2025 році – $6,7\text{ (N)}$, а найнижчою – $5,0\text{ N}$ у 2023 році. Найменш твердими серед досліджуваної групи сортів виявилися плоди сорту Презент. Твердість його ягід варіювала від $3,2$ до $4,7\text{ N}$. Водночас істотно високою твердістю плоду в зазначеного сорту була у 2024 році, коли маса становила $16,1\text{ г}$. Менш істотним варіювання твердості м'якоті плодів за роками досліджень виділилися сорти Атлантида та Флоренс. У першого із зазначених

сортів твердість плодів варіювала в межах від 4,0 N у 2023 році (мінімальне значення) до 4,6 N у 2024 році (максимальне значення). У другого сорту мінімальну твердість м'якоті також зафіксовано у 2023 році – 4,6 N, тоді як максимальну – у 2024 році (5,1 N) (табл. 3.9).

Проведений статистичний аналіз кореляційного зв'язку встановив, що плоди сорту Ольвія ($r = 0,610$) та Веселка ($r = 0,778$) мають найсильнішу пряму залежність, зокрема зі збільшенням маси їхніх плодів не зменшується твердість їхньої м'якоті (табл. 3.8).

У сортів Геркулес ($r = 0,661$), Ольвія ($r = 0,610$) і Вайбрант ($r = 0,437$) виявлений середній прямий зв'язок маси плодів із їхньою твердістю м'якоті. Для інших сортів із групи досліджуваних не встановлено кореляційної залежності твердості їхньої м'якоті від маси плодів (рис. 3.1).

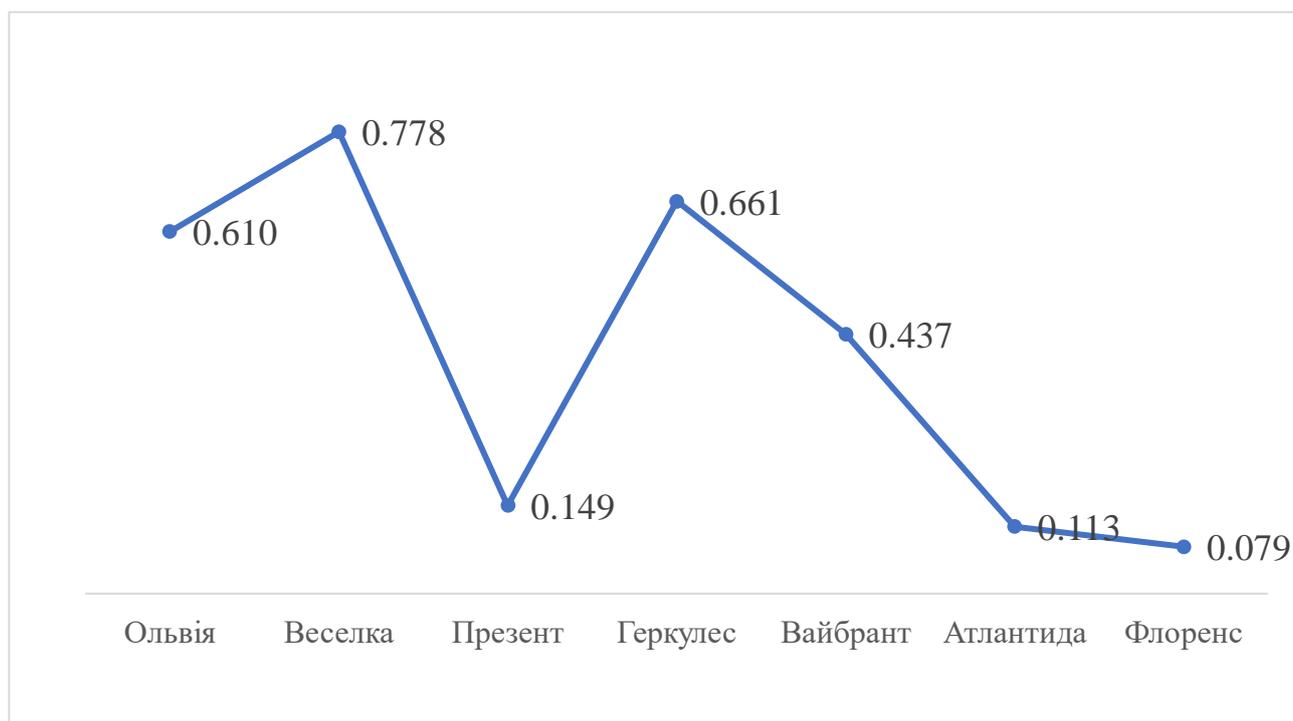


Рис. 3.1. Кореляційна залежність між масою плодів та твердістю м'якоті суниці садової за сортами

Аналіз товарності плодів суниці за роками дослідження встановив, що у 2023 році якість урожаю, яка відповідала вимогам I товарному сорту, була

гіршою, ніж у наступному. Однак урожай сортів Вайбрант та Атлантида складався на 67 % із плодів I товарного сорту, трохи менше було зібрано високотоварних ягід Геркулеса (61 %). Кількість ягід II товарного сорту у 2023 році варіювала від 31 (Атлантида) до 48 % (Веселка). Відсоток нестандартної продукції залежав від сорту і коливався в межах від 1 (Вайбрант) до 5 % (Геркулес) (рис. 3.2).

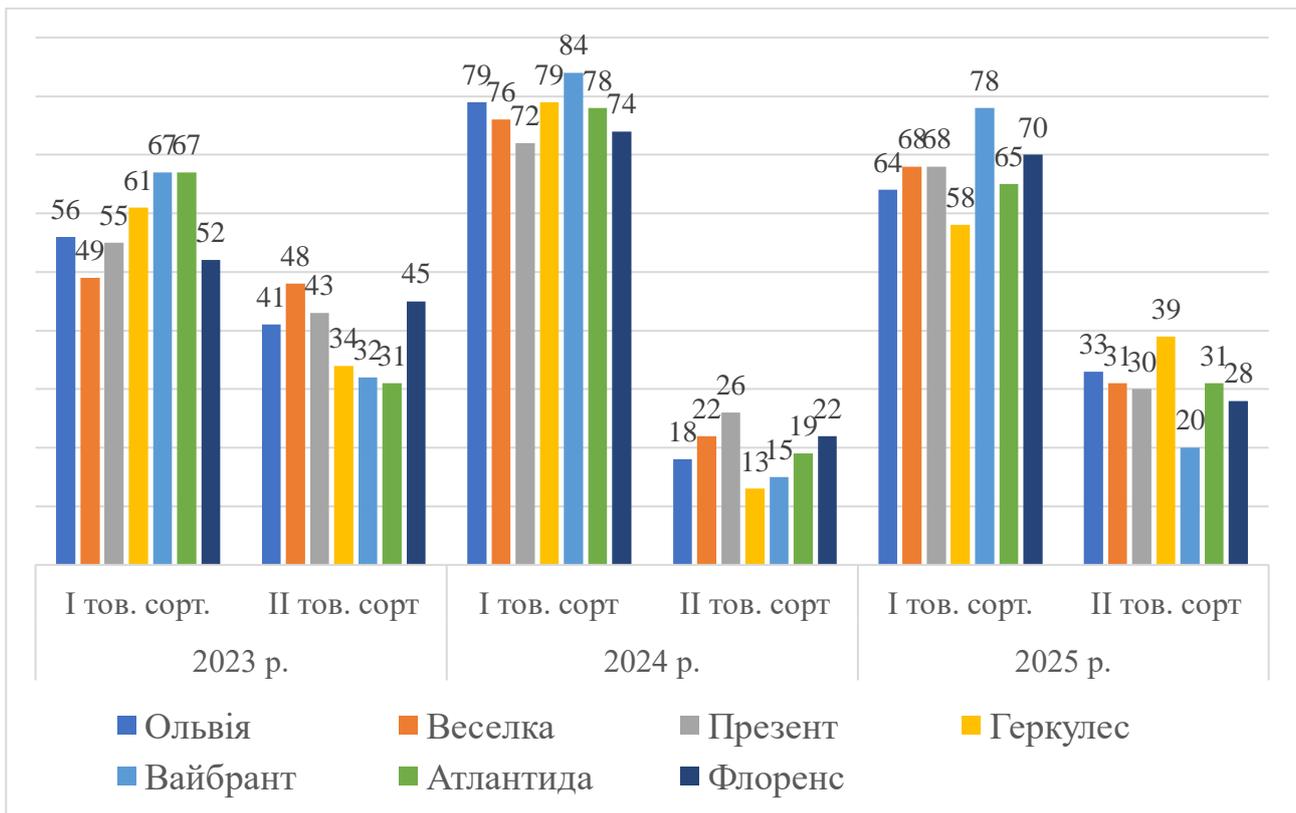


Рис. 3.2. Товарність плодів суниці (%), урожай, 2023 – 2025 рр.

У 2024 році всі сорти в порівнянні з двома іншими роками досліджень мали найбільший відсоток ягід I товарного сорту. Максимум високотоварних плодів для цього року сформував сорт Вайбрант (84 %). Сорти Ольвія та Геркулес мали першого товарного сорту на рівні 79 %. Частка ягід другого товарного сорту у першого з названих сортів становила 18 %, у другого – 13 %. В інших досліджуваних сортів у 2024 році понад 70 % урожаю було сформовано ягодами першого товарного сорту, зокрема у сорту Презент – 72 %, Флоренс – 74 %, Веселка – 76 % та Атлантида – 78 %. Водночас найбільшу

частку ягід другого товарного сорту у цей рік відзначено у сортів Презент (26 %), Веселка та Флоренс (по 22 %) (рис. 3.2).

У 2025 році, найбільш товарним виявився урожай плодів сорту Веселка (99 %). Однак кількість ягід першого сорту становила 68, а другого 31 %, решта нестандарт. Найбільше ягід першого товарного сорту у цей рік було в сорту Вайбрант (78 %). Кількість високоякісних плодів решти досліджуваних сортів варіювала від 58 (Геркулес) до 70 % (Флоренс). На рівні 39 % плодів II товарного сорту було зібрано в сорту Геркулес, що є максимальним показником для сортів, які вивчали, а найменше – Вайбрант (20 %). Кількість нестандартної продукції найвищою була в сортів Ольвія та Геркулес – по 3 % (рис. 3.2).

Жимолость голуба

У 2023 році тривалість зазначеного періоду від початку цвітіння до завершення досягання плодів жимолості голубої становила 45 діб. Найбільш пролонгованим цей етап вегетації був у 2024 році, коли термін від початку цвітіння до завершення плодоношення сягав 58 діб. Мінімальний показник зафіксований у 2025 році – 42 доби, що на 3 доби менше порівняно з 2023 роком та на 16 діб менше порівняно з 2024 роком (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Тривалість періоду від початку цвітіння до завершення плодоношення жимолості голубої, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Фенологічні фази								
	початок цвітіння			завершення досягання			кількість днів від початку цвітіння до завершення плодоношення		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Каріна	10.04	23.03	13.04	25.05	20.05	25.05	45	58	42
Дует									
середньостиглі									
Алісія	13.04	23.03	13.04	05.06	24.05	04.06	53	62	58
Спокуса									
пізньостиглий									
Аврора	21.04	05.04	19.04	10.06	02.06	14.06	50	58	56

Цей вегетаційний період у сортів Каріна та Дует протікав за середньодобових температур повітря 13,5 °С у 2023; 13,5 °С у 2024 та 14,3°С у 2025 році. Незважаючи на те, що у 2025 році середньодобові температури повітря були найвищими в порівнянні з двома іншими роками досліджень, сума активних температур 10 °С знаходила майже на рівні 2024 року і становила 636,6°С у 2025 році і 638,7 °С у 2024 році, коли середньодобові температури повітря були нижчими на 1,3 °С (табл. 3.11).

Найбільш зволоженим період від початку цвітіння до завершення досягання сортів Курана та Дует видався у 2024 році, сума опадів у цей рік становила 58,0 мм проти 30,8 мм у попередній рік та 23,2 мм у наступний. За таких умов гідротермічний коефіцієнт становив 0,6 у 2023 році, 0,9 у 2024 році та 0,4 у 2025 році (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Показники погоди періоду від початку вегетації до завершення плодоношення жимолості голубої, 2023 – 25 рр.

Сорти	Середньодобова t, °С			Сума опадів, мм			Сума активних t 10 °С та вище		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі									
Каріна	13,5	13,0	14,3	30,8	58,0	23,2	555,7	638,7	636,6
Дует									
середньостиглі									
Алісія	16,9	13,5	14,9	37,2	61,4	48,7	748,8	724,4	720,0
Спокуса									
пізньостиглі									
Аврора	17,2	15,3	15,8	14,8	65,0	64,6	824,4	859,1	824,3

Середньостиглі сорти в 2023 році розпочали цвітіння на 3 дні пізніше, ніж ранньостиглі, а саме 10.04. У 2024 та 2025 роках початок вказаної фенофази був одночасно із сортами ранньої групи, а саме 13.04. Тривалість періоду від початку цвітіння до завершення досягання найдовшою (62 дні) виявилася у 2024 році, найкоротшою (53 днів) у 2023 році, а в 2025 році вона становила 58 днів (табл. 3.10, 3.11).

Період цвітіння та плодоношення середньостиглих сортів у 2024 році характеризувався найнижчими середньодобовими температурами (13,5 °C), що було на 1,4 та 3,4 °C менше порівняно з 2025 і 2023 роками відповідно. В останньому із зазначених років сума активних температур (≥ 10 °C) також перевищувала показники інших років досліджень – на 24,4 °C порівняно з 2024 роком та на 28,8 °C порівняно з 2025 роком (табл. 3.11).

Кількість опадів, що випала за період вегетації від цвітіння до завершення досягання сортів Алісія та Спокуса варіювала від 37,2 у 2023 році до 61,4 мм у 2025 році з проміжним значенням 48,7 мм у 2024 році. За таких показників погоди ГТК становив: 0,5 у перший рік досліджень, 0,8 – у другий та 0,7 – у третій (табл. 3.11).

Сорт Аврора проходив фенофази цвітіння та досягання плодів у 2023 році за середньодобових температур 17,2 °C 50 днів. У 2024 році середньодобові температури повітря були нижчими на 1,9 °C, тоді як тривалість проходження зазначених фенофаз збільшилася на 8 діб. У 2025 році середньодобові температури незначно перевищували показник попереднього року (на 0,5 °C), а період вегетації від початку цвітіння до завершення досягання скоротився на 4 доби порівняно з 2024 роком. Суми активних температур згаданого періоду варіювала від 824,3 °C у 2025 році до 859,1 у 2024 році з проміжним значенням 824,4 °C у 2023 році (табл. 3.11).

Залежно від погодних умов року вирощування урожайність досліджуваних сортів жимолості голубої варіювала від 7,4 т/га у 2023 році до 8,3 т/га у 2025 році з проміжним значенням 7,7 т/га у 2024 році. У всі роки досліджень істотно вищою урожайністю виділялися сорти Каріна, Дуєт та Аврора, найменше врожаю було зібрано з насаджень сортів Алісія та Спокуса.

Відповідно до середнього за три роки показника, максимальну урожайність забезпечили сорти Аврора (9,7 т/га) і Дуєт (9,6 т/га), тоді як мінімальне значення відзначено у сорту Спокуса (4,6 т/га) (табл. 3.12).

Урожайність жимолості голувої, т/га, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Роки			Середнє ± SE
	2023	2024	2025	
Каріна	8,3 ± 0,2 ^{bc}	8,7 ± 0,4 ^c	9,7 ± 0,2 ^{ac}	8,9 ± 0,2 ^c
Дует	9,5 ± 0,4 ^c	9,5 ± 0,3 ^c	9,7 ± 0,4 ^c	9,6 ± 0,2 ^c
Алісія	5,5 ± 0,4 ^{bd}	6,3 ± 0,2 ^d	7,1 ± 0,3 ^{ad}	6,3 ± 0,3 ^d
Спокуса	4,1 ± 0,2 ^d	4,6 ± 0,3 ^d	5,0 ± 0,3 ^d	4,6 ± 0,2 ^d
Аврора	9,8 ± 0,1 ^c	9,4 ± 0,2 ^c	10,0 ± 0,3 ^c	9,7 ± 0,1 ^d
Середнє ± SE	7,4 ± 0,2	7,7 ± 0,3	8,3 ± 0,3	7,8 ± 0,2
Мах	9,5 ± 0,4	9,5 ± 0,3	10,0 ± 0,3	9,7 ± 0,1
Min	4,1 ± 0,2	4,6 ± 0,3	5,0 ± 0,3	4,6 ± 0,2
V, %	33,7	28,3	26,2	29,1

У роки досліджень було відмічено значну варіабельність урожайності між досліджуваними сортами, зокрема у 2023 році коефіцієнт варіації дорівнював 33,7, у 2024 – 28,3, а в 2025 – 29,1 %. Досліджувана група сортів є генетично строкатою щодо врожайності. Висока варіабельність (> 20 %) підтверджує доцільність проведення добору: серед цих зразків є як високоврожайні форми, так і малоефективні, що дає можливість виділити кращі генотипи для подальшої селекції або впровадження у виробництво (табл. 3.12).

Проведений статистичний аналіз виявив сильну позитивну залежність урожайності сортів Каріна ($r = 0,782$) та Дует ($r = 0,924$) від середньодобових температур повітря, що є свідченням того, що збільшення температури повітря не спричиняє зниження врожайності згаданих сортів. Сорт Дует був найбільш термозалежним і, навпаки, для сортів Алісія ($r = -0,585$) та Спокуса ($r = -0,636$) встановлений негативний зв'язок показника врожайності із середньодобовими температурами. Урожайність інших сортів із досліджуваної групи не є залежною від згаданого метеопказника. Для сортів (Каріна, Дует, Аврора) кореляція із сумою опадів була від'ємною. Це може свідчити про те, що надмірна вологість у досліджуваній період призводила до зниження врожаю (можливо, через хвороби або розбавлення поживних речовин). Для сортів

Алісія ($r = 0,475$) та Спокуса ($r = 0,530$) зв'язок позитивний, але слабкий. Вони трохи краще реагують на вологу, ніж інші (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Кореляційна залежність урожайності та фізичних показників якості плодів жимолості голубої від погодних чинників періоду вегетації

Сорти	Середньодобові температури повітря, °С	Сума опадів, мм	Сума активних температур 10 °С та вище
урожайність			
Каріна	0,782	-0,437	0,705
Дует	0,924	-0,669	0,481
Алісія	-0,585	0,475	-0,928
Спокуса	-0,636	0,530	-0,950
Аврора	0,432	-0,196	-0,946
маса плоду			
Каріна	0,967	-0,761	0,361
Дует	0,973	-0,776	0,338
Алісія	-0,892	0,943	-0,512
Спокуса	-0,996	0,976	-0,889
Аврора	-0,965	0,869	0,865

Сума активних температур 10 °С та вище негативно корелює із урожайністю сортів Спокуса ($r = -0,950$) та Алісія ($r = -0,928$), тобто велика кількість накопиченого тепла діє на них критично негативно. Однак сорт Каріна ($r = 0,705$) позитивно реагує на накопичене тепло. Для сорту Аврора ($r = -0,946$) виявлений сильний від'ємний зв'язок, проте, у нього нейтральне відношення до середньодобових температур повітря. Це може означати чутливість до тривалості теплого періоду (табл. 3.13).

Залежно від сортових особливостей і року вирощування маса плодів жимолості голубої змінювалася від 0,7 г у сорту Спокуса в 2023 році до 2,4 г у сорту Аврора в 2024 році. У 2025 році середня міжсортна маса плодів становила 1,6 г, що на 0,1 г більше, ніж у 2024 році, та на 0,5 г більше, ніж у 2023 році. За підсумками трирічного дослідження максимальну масу плодів сформував сорт Аврора. Однак цей сорт мав значну варіабельність цього

фізичного показника якості: так у 2023 році його плоди мали масу 1,4 г, а в 2024 році – 2,4 г. Окрім згаданого сорту сильну варіабельність маси мав сорт Каріна, максимум якої становив 1,8 г у 2025 році, а мінімум – 1,1 г у 2024 році. Про сильну міжсорткову відмінність показника маси плодів свідчать коефіцієнти варіації, які в усі роки досліджень були значними, а саме: у 2023 році – 26,3, у 2024 році – 31,8 і в 2025 році – 27,8 % (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Маса плодів жимолості голувої, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Роки			Середнє ± SE
	2023	2024	2025	
Каріна	1,2 ± 0,2	1,1 ± 0,1 ^b	1,8 ± 0,2 ^a	1,4 ± 0,1
Дует	1,4 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,9 ± 0,2 ^a	1,5 ± 0,1
Алісія	0,9 ± 0,2	1,5 ± 0,2 ^a	1,0 ± 0,2 ^d	1,1 ± 0,1 ^d
Спокуса	0,7 ± 0,2 ^b	1,3 ± 0,1	1,1 ± 0,1 ^d	1,1 ± 0,1 ^d
Аврора	1,4 ± 0,2 ^b	2,4 ± 0,1 ^{ac}	1,9 ± 0,2	1,9 ± 0,1 ^c
<i>Середнє ± SE</i>	<i>1,1 ± 0,2</i>	<i>1,5 ± 0,2</i>	<i>1,6 ± 0,2</i>	<i>1,4 ± 0,1</i>
<i>Max</i>	<i>1,4 ± 0,2</i>	<i>2,4 ± 0,1</i>	<i>1,9 ± 0,2</i>	<i>1,9 ± 0,1</i>
<i>Min</i>	<i>0,7 ± 0,2</i>	<i>1,1 ± 0,1</i>	<i>1,0 ± 0,2</i>	<i>1,1 ± 0,1</i>
<i>V, %</i>	<i>26,3</i>	<i>31,8</i>	<i>27,8</i>	<i>23,2</i>

З досліджуваних погодних індексів середньодобові температури повітря були найбільш контрастним показником, котрий розділив сорти на дві протилежні групи, а саме: до сортів із позитивною сильною залежністю маси плодів від зазначеного погодного чинника належать Каріна і Дует, коефіцієнти кореляції $r = 0,967$ та $r = 0,973$. Для цих сортів тепла погода є критично важливою для формування маси ягід. Негативна залежність встановлена для сортів Алісія, Спокуса та Аврора, коефіцієнти кореляції від $r = -0,892$ до $r = -0,996$ вказують на те, що підвищення середньодобової температури призводить до суттєвого зменшення маси плодів. Особливо чутливим виявився сорт Спокуса (майже лінійна зворотна залежність) (табл. 3.13).

Сильний позитивний зв'язок між масою плодів і сумою опадів виявлений у сортів Алісія, Спокуса та Аврора, водночас коефіцієнти кореляції становили $r = 0,869$ – $0,976$. Це є свідченням того, що ці сорти є вологолюбними, маса яких

прямо залежить від рівня зволоження періоду від початку цвітіння до завершення досягання. Сорти Каріна та Дуєт мали сильний негативний зв'язок ($r = -0,761$ та $-0,776$). Це може вказувати на те, що надмірні опади (або супутня їм хмарність та прохолода) негативно впливають на ріст та розвиток плодів згаданих сортів (табл. 3.13).

Сильний позитивний зв'язок суми активних температур $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище встановлений для сорту Аврора, коефіцієнт кореляції ($r = 0,865$). Цей сорт є найбільш вибагливим до тепла в період досягання плодів. Сорт Спокуса мав сильний негативний зв'язок ($r = -0,889$) зі згаданим температурним чинником, що може свідчити про те, що надмірне накопичення тепла призводить до швидкого перестигання або дрібнішання ягід. Сорти Каріна і Дуєт мали слабкий позитивний зв'язок, що робить їх відносно нейтральними до сум активних температур $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище впродовж періоду їхнього формування та досягання (табл. 3.13).

З досліджуваних сортів жимолості голубої найбільшу твердість плоду мав сорт Аврора. Упродовж усього періоду досліджень сорт демонстрував найвищі показники, досягнувши максимуму у 2025 році ($2,1\text{ N}$), середній показник за три роки становить $2,0\text{ N}$. Сорти Каріна та Дуєт мали твердість плоду на рівні $1,9\text{ N}$ із незначними коливаннями за роками досліджень. Досліджувані сорти Алісія та Спокуса наділені найнижчою твердістю плоду – $1,7$ та $1,6\text{ N}$ відповідно (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Твердість плодів жимолості голубої, (N), 2023 – 2025 рр.

Сорти	Роки			Середнє \pm SE
	2023	2024	2025	
Каріна	$1,9 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,1$
Дуєт	$1,8 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$
Алісія	$1,7 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,1$
Спокуса	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$
Аврора	$2,0 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$
Середнє \pm SE	$1,8 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$
Max	$2,0 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$
Min	$1,6 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$
V, %	7,7	10,3	10,5	8,7

Про відносну стабільність та генетичну зумовленість твердості плодів жимолості голубої свідчать низькі значення коефіцієнта варіації, які в усі роки досліджень не перевищували середнього рівня і становили 7,7 % у 2023 році, 10,3 % – у 2024 році та 10,5 % – у 2025 році (табл. 3.14).

Висновки до підрозділу 3.2

Серед сортів суниці садової максимальну продуктивність та екологічну пластичність виявили сорти Вайбрант (10,8 т/га) і Веселка (10,7 т/га). Сорт Вайбрант визначений як найбільш перспективний для промислового вирощування в умовах глобальних кліматичних змін завдяки стабільно високій товарності та щільності ягід; для вирощування на богарі рекомендовано сорт Презент, а на зрошенні – Ольвію.

Із сортів жимолості голубої найвища врожайність була отримана у сортів Дует (9,6 т/га) та Аврора (9,7 т/га), які також відзначилися найбільшою масою плоду.

Установлено, що твердість м'якоті жимолості голубої є генетично детермінованою ознакою ($V < 15,0\%$), а за реакцією на абіотичні чинники виділено два екотипи: теплолюбні (Каріна, Дует) та вологолюбні (Алісія, Спокуса, Аврора).

РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ НА ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОДІВ СУНИЦІ САДОВОЇ ТА ЖИМОЛОСТІ ГОЛУБОЇ

4.1. Вплив метеорологічних чинників на формування споживчих та біологічно цінних властивостей ягід суниці

Погодні умови в період росту та розвитку плодів суниці за роками досліджень різнилися істотно як за температурними показниками повітря, так і опадами. Найтеплішим за середньодобовими температурами повітря були періоди росту та розвитку плодів ранніх та середніх термінів досягання у 2023 році, коли вказані температури становили 17,2 °С, а середніх – 18,8 °С. Плоди сортів пізніх термінів досягання росли та розвивалися за найтепліших погодних умов у 2024 році, середньодобові температури повітря становили 20,4 °С, найпрохолоднішим згаданий період був у 2025 році, коли середньодобові температури становили 18,6 °С (табл. 4.1).

Суми активних температур 10 °С та вище у період росту та розвитку плодів суниці всіх груп стиглості найнижчими були у 2025 році і становили 411,9 °С для ранньостиглих, 459,4 °С – для середньостиглих і 577,3 °С – для пізньостиглих сортів. У 2024 році вони знаходилися на рівні 451,8; 522,9 та 632,2 °С, а в 2023 році – 541,2; 602,5 та 613,2 °С відповідно до груп стиглості.

Найбільше опадів: в період росту та розвитку плодів суниці випало у 2025 році – 42,5–47 мм. Менше 10 мм їх було у періоди росту та розвитку плодів суниці ранніх термінів досягання 2023 та 2024 роках. Плоди середньостиглих сортів у 2023 та 2024 роках розвивалися за кількості опадів 12,6 і 14,0 мм відповідно; для пізньостиглих сортів ці показники становили 11,4 мм у 2023 році та 15,6 мм у 2024 році. За наведених температурних умов і кількості опадів гідротермічний коефіцієнт у період росту та розвитку плодів суниці у 2023 і 2024 роках суттєво не відрізнявся ні між роками досліджень, ні між групами стиглості (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Показники погоди періоду росту та розвитку плодів суниці від цвітіння до масового плодоношення, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Середньодобові t °С			Сума активних t 10 °С та вище			Сума опадів, мм			ГТК		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі												
Ольвія	17,2	16,5	13,9	541,2	451,8	411,9	6,6	4,3	42,5	0,1	0,1	1,0
Веселка												
пізньостиглі												
Геркулес	18,8	17,7	16,2	602,5	522,9	459,4	12,6	14,0	46,6	0,2	0,3	1,1
Презент												
Вайбрант	19,2	20,4	18,6	613,2	632,6	577,3	11,4	15,6	47,0	0,2	0,2	0,8
Атлантида												
Флоренс												

4.1.1. Детермінація вмісту органічних сполук у плодах суниці садової залежно від гідротермічних умов вирощування

Період росту та розвитку плодів суниці в зоні Лісостепу України тривав 28–30 днів. У 2023 році для проведення аналітичних досліджень плоди ранніх сортів були відібрані 5 червня, середніх термінів досягання – 10, а пізніх – 16 червня. У наступному, 2024 році аналіз плодів сортів ранніх термінів досягання на визначення вмісту органічних речовин проводили на 7 днів, середніх на 3, а пізніх на один день раніше, ніж у попередній рік. У 2025 році дати аналізів за групами стиглості сортів були такими: 2 червня – ранньостиглі, 9 – середньостиглі і 19 – пізньостиглі сорти.

Сухі розчинні речовини. За зазначених погодних умов років вирощування плоди суниці накопичували від 6,5 % сухих розчинних речовин у 2025 році до 7,1 % – у 2023 році, з проміжним значенням 7,0 % у 2024 році. Найвищий середній уміст сухих розчинних речовин серед досліджуваних сортів відзначений у плодах сортів Флоренс (7,6 %) та Вайбрант (7,5 %). Уміст цих речовин в обох згаданих сортах істотно різнився за роками вирощування: найбільше СРР обидва сорти накопичували у 2023 році, а саме 8,4 – Флоренс та 7,8 % – Вайбрант. У це й же рік максимальну кількість зазначених речовин, окрім загаданих сортів, мав сорт Ольвія (7,6 %). Інший сорт із групи середньостиглих, Презент, максимально накопичував сухі розчинні речовини у 2024 році – 7,0 % проти 6,0 у 2023 році та 6,7 % у 2025 році (табл. 4.2).

Більше середнього міжсортного значення вмісту (7,0 %) сухих розчинних речовин у 2024 році накопичували сорти із групи пізньостиглих, а саме Вайбрант їх містив 7,4 %, Флоренс – 7,9 %. Перший зі згаданих сортів й у 2025 році нагромаджував найбільше СРР, а саме 7,4 % (табл. 4.2).

Істотно менше в порівнянні із середнім міжсортним значенням сухих розчинних речовин у 2024 році мали плоди сортів Ольвія (6,4 %), Веселка й Атлантида по 6,5 %, а в 2025 році плоди першого та останнього зі згаданих сортів містили СРР 6,2 і 6,0 % відповідно (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Уміст сухих розчинних речовин, цукрів та відсоток умісту цукрів у СРР у плодах суниці садової, % на сиру масу, 2023 – 025 рр.

Сорти	Сухі розчинні речовини				Цукри			
	2023	2024	2025	середнє ± SE	2023	2024	2025	середнє ± SE
Ольвія	7,6 ± 0,12 ^a	6,4 ± 0,12 ^d	6,2 ± 0,10 ^{bd}	6,7 ± 0,22	6,1 ± 0,15	5,6 ± 0,21	5,2 ± 0,12 ^b	5,7 ± 0,15
Веселка	6,6 ± 0,17 ^d	6,5 ± 0,15 ^d	6,0 ± 0,12 ^b	6,4 ± 0,12 ^d	5,5 ± 0,12 ^d	5,2 ± 0,17 ^d	4,5 ± 0,24 ^{bd}	5,0 ± 0,18 ^d
Геркулес	6,9 ± 0,19	6,9 ± 0,09	6,6 ± 0,15	6,8 ± 0,09	6,1 ± 0,18	5,8 ± 0,23	5,5 ± 0,32	5,8 ± 0,15 ^c
Презент	6,0 ± 0,15 ^{bd}	7,0 ± 0,12 ^a	6,7 ± 0,12	6,6 ± 0,16 ^d	5,5 ± 0,12 ^d	5,3 ± 0,15 ^d	4,9 ± 0,52	5,2 ± 0,19 ^d
Вайбрант	7,8 ± 0,15 ^{ac}	7,4 ± 0,26	7,4 ± 0,23 ^c	7,5 ± 0,13 ^c	5,9 ± 0,30	6,3 ± 0,24 ^c	5,9 ± 0,26 ^c	6,0 ± 0,15 ^c
Атлантида	7,5 ± 0,15	6,5 ± 0,17 ^d	6,0 ± 0,18 ^{bd}	6,7 ± 0,24	6,3 ± 0,26 ^a	5,9 ± 0,24	4,8 ± 0,54	5,7 ± 0,29
Флоренс	8,4 ± 0,21 ^{ac}	7,9 ± 0,18 ^c	6,4 ± 0,19 ^b	7,6 ± 0,31 ^c	6,5 ± 0,15 ^{ac}	6,1 ± 0,15 ^c	5,5 ± 0,10 ^b	6,0 ± 0,15 ^c
Середнє±SE	7,1 ± 0,32	7,0 ± 0,16	6,5 ± 0,10 ^b	6,9 ± 0,12	6,0 ± 0,1 ^a	5,7 ± 0,04	5,2 ± 0,30 ^b	5,6 ± 0,02
Мах	8,4 ± 0,21	7,9 ± 0,18	7,4 ± 0,23	7,5 ± 0,13	6,5 ± 0,15	6,3 ± 0,24	5,9 ± 0,26	6,0 ± 0,15
Min	6,6 ± 0,17	6,4 ± 0,12	6,0 ± 0,12	6,4 ± 0,12	5,5 ± 0,12	5,2 ± 0,17	4,5 ± 0,24	5,0 ± 0,18
V, %	11,1	7,9	8,2	6,7	6,4	7,7	9,3	6,9

Цукри (загальний уміст). Істотно вищим умістом цукрів із досліджуваної групи сортів, за даними трьох років досліджень, виділилися плоди Вайбранта та Флоренс, їхня кількість в обох сортів становила 6,0 %, що становило 80 % від умісту сухих розчинних речовин. Сорт Флоренс у 2023 році накопичував істотно більший, порівняно із середнім значенням (6,5 %), вміст цукрів. У цей же рік інший пізньостиглий сорт – Атлантида – також характеризувався максимальним умістом цих речовин, який становив 6,3 %. Частка цукрів у сухих розчинних речовинах становила 77 % у сорту Флоренс та 84 % – у сорту Атлантида (табл. 4.2, рис. 4.1.).

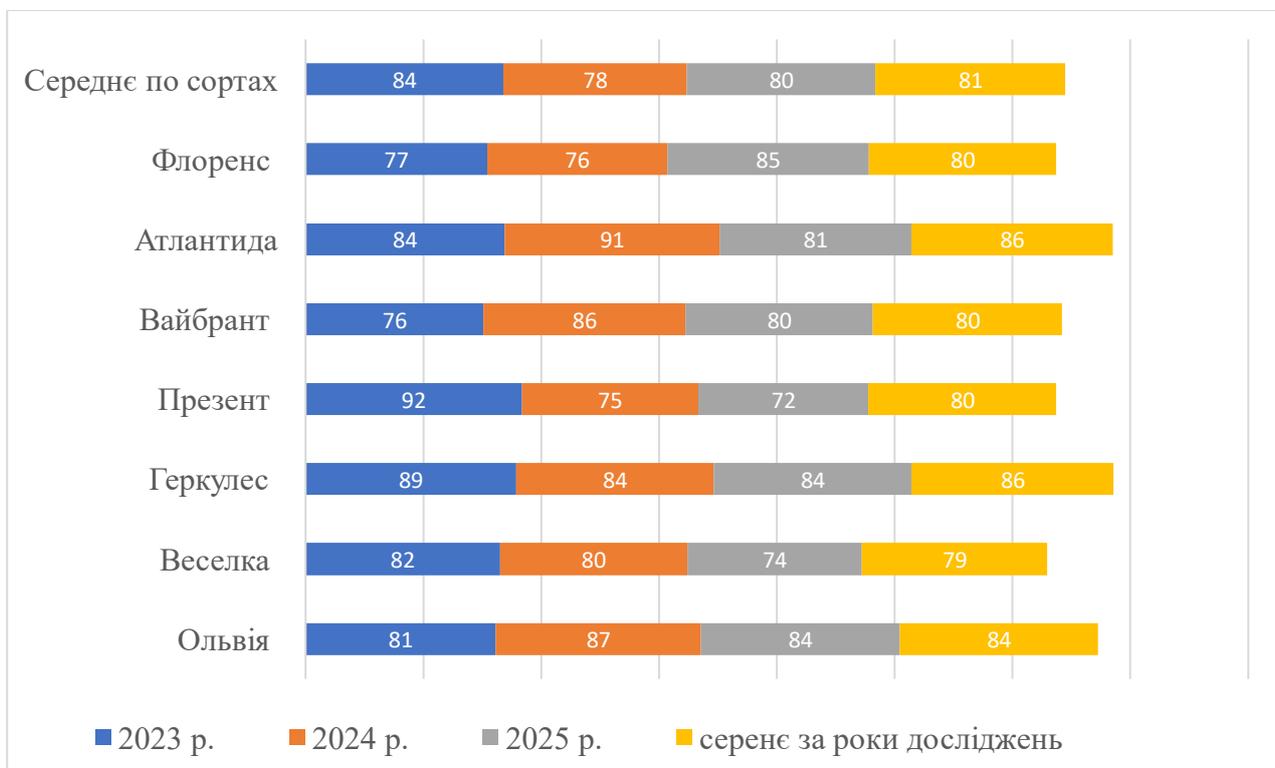


Рис. 4.1. Співвідношення цукрів до вмісту сухих розчинних речовин у плодах суниці садової, %, 2023 – 2025 рр.

Ранньостиглі сорти Ольвія та Веселка і пізньостиглий Флоренс мінімальним значенням умісту цукрів за три роки досліджень відзначилися у 2025 році, а саме їхній уміст становив 5,2; 4,5 і 5,5 % відповідно. Проте відсоток умісту цукрів у сорту Ольвія в цей рік був не найнижчим і становив 84 %. У двох інших сортів у 2025 році частка цукрів у сухих розчинних речовинах була нижчою порівняно з двома попередніми роками. Так, у сорту

Веселка цей показник був меншим на 12 % відносно 2023 року та на 6 % – порівняно з 2024 роком. У сорту Флоренс частка цукрів у СРР становила 77 % у 2023 році, 76 % – у 2024 році та 85 % – у 2025 році (табл. 4.1, рис. 4.1).

Істотно менше цукрів, ніж середнє міжсортове значення (6,0 %) у 2023 році накопичували сорти Веселка та Презент – по 5,5 % обидва, що складало 82 та 92 % від умісту сухих розчинних речовин. У 2024 році мінімальну кількість цукрів – 5,2 та 5,3 % відповідно, містили ці ж сорти, їхня частка у вмісті СРР дорівнювала 80 та 75 % відповідно. Сорт Веселка і в 2025 році відзначився найменшим умістом цукрів із поміж досліджуваної групи – 4,5 %, тоді як середнє міжсортове значення становили 5,2 % (табл. 4.2).

За результатами трирічних досліджень встановлено, що серед досліджуваних сортів, за винятком Вайбрант і Флоренс, підвищений уміст цукрів накопичували плоди сорту Геркулес (5,8 %). Водночас варіабельність показника за роками була мінімальною, а частка цукрів у сухих розчинних речовинах становила 84 % у 2024 році та 89 % у 2023 і 2025 роках (табл. 4.2, рис. 4.1).

Проведений кореляційний аналіз встановив для більшості сортів пряму залежність сухих розчинних речовин від середньодобових температур повітря та зворотну від співвідношення суми активних температур повітря 10 °С та вище і суми опадів за періоду їхнього росту та розвитку (ГТК). Найсильніша позитивна залежність від температурного чинника встановлена для сортів Веселка ($r = 0,999$) та Геркулес ($r = 0,907$), що є свідченням доброї реакції вказаних сортів на тепло: чим тепліше літо, тим вища у їхніх плодах концентрація сухих розчинних речовин. Сорт Презент ($r = -0,615$) мав негативну кореляцію з температурою, що може свідчити про їхню чутливість до спеки або інший механізм накопичення речовин. Майже для всіх досліджуваних сортів встановлена негативна кореляція з ГТК. Зокрема, для сорту Геркулес коефіцієнт кореляції становив $r = -0,995$, для Веселки – $r = -0,988$, підтверджує негативний вплив надмірної кількості опадів на накопичення сухих розчинних речовин у плодах (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Кореляційна залежність умісту сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот у плодах суниці садової від метеорологічних показників періоду їх росту та розвитку

Сорти	СРР		Цукри		% цукрів у СРР		Титровані кислоти	
	середньо- добові t °С	ГТК						
Ольвія	0,772	-0,629	0,910	-0,808	-0,295	0,097	-0,928	0,834
Веселка	0,999	-0,988	0,998	-0,966	0,991	-0,944	-0,602	0,429
Геркулес	0,907	-0,995	0,983	-0,868	0,830	-0,601	-0,604	0,831
Презент	-0,615	0,323	0,990	-0,953	0,883	-0,681	-0,923	0,746
Вайбрант	-0,115	-0,564	0,945	-0,500	0,731	-0,105	-0,431	-0,265
Атлантида	0,159	-0,766	0,560	-0,966	0,999	-0,749	-0,873	0,979
Флоренс	0,588	-0,974	0,419	-0,911	-0,788	0,999	-0,392	-0,306

Стабільною залежністю від температурного чинника періоду росту та розвитку плодів відзначилися всі сорти суниці, що досліджували. Найбільш тісний позитивний зв'язок середньодобових температур повітря вказаного періоду та кількості цукрів був встановлений для сортів Веселка ($r = 0,998$), Презент ($r = 0,990$), Вайбрант ($r = 0,945$), Геркулес ($r = 0,983$) та Ольвія ($r = 0,910$). Для сортів Атлантиди та Флоренс кореляційна залежність була позитивною, але помірною (табл. 4.3).

Сильний від'ємний кореляційний зв'язок між вмістом цукрів і рівнем зволоження у період росту та розвитку плодів суниці встановлено для більшості досліджуваних сортів; значення коефіцієнта кореляції варіювали від $r = -0,808$ (сорт Ольвія) до $r = -0,966$ (сорти Веселка і Атлантида). Лише у сорту Вайбрант виявлено кореляцію середньої сили ($r = -0,500$). Отже можна стверджувати, що велика кількість опадів суттєво знижує вміст цукрів у плодах суниці сортів, які вивчали (табл. 4.3).

Титровані кислоти. Уміст титрованих кислот у плодах суниці істотно різнився як за сортами, так і за роками досліджень. Найбільше їх плоди суниці накопичували у 2025 році – 1,04 %, а найменше у 2024 році – 0,90 %, середній міжсортівий показник (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Уміст титрованих кислот у плодах суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Титровані кислоти, % на сиру масу			
	2023	2024	2025	середнє \pm SE
Ольвія	0,90 \pm 0,02 ^{bd}	1,00 \pm 0,03 ^c	1,09 \pm 0,03 ^a	0,99 \pm 0,04
Веселка	0,87 \pm 0,04 ^{bd}	1,06 \pm 0,03 ^{ac}	1,04 \pm 0,02 ^a	0,98 \pm 0,02
Геркулес	1,02 \pm 0,03 ^c	0,87 \pm 0,04 ^b	1,19 \pm 0,04 ^{ac}	1,04 \pm 0,05
Презент	0,78 \pm 0,01 ^{bd}	0,97 \pm 0,04	1,03 \pm 0,05 ^a	0,91 \pm 0,05
Вайбрант	0,99 \pm 0,01	0,70 \pm 0,03 ^{bd}	0,78 \pm 0,02 ^d	0,84 \pm 0,04 ^d
Атлантида	1,02 \pm 0,01 ^c	1,00 \pm 0,03 ^c	1,09 \pm 0,04	1,04 \pm 0,02 ^c
Флоренс	1,16 \pm 0,04 ^{ac}	0,70 \pm 0,01 ^{bd}	0,80 \pm 0,02 ^d	0,88 \pm 0,07 ^d
Середнє \pm SE	0,96 \pm 0,02	0,90 \pm 0,03 ^b	1,04 \pm 0,02 ^a	0,97 \pm 0,02
Мах	1,16 \pm 0,04	1,06 \pm 0,03	1,19 \pm 0,04	1,04 \pm 0,05
Min	0,78 \pm 0,01	0,70 \pm 0,01	0,78 \pm 0,02	0,84 \pm 0,04
V, %	12,9	16,4	14,5	8,1

У 2023 році максимальну кількість титрованих кислот містили плоди сортів Геркулес, Атлантида та Вайбрант, перші два по 1,02 %, а третій – 1,16 %, а мінімальну кількість мали ягоди сортів Презент (0,78 %), Веселка (0,87 %) та Ольвія (0,90 %). У зазначений рік коефіцієнт варіації був нижчим за середній рівень, що свідчить про незначну мінливість цього показника споживчої якості плодів у межах досліджуваних сортів.. У 2024 році коефіцієнт варіації знаходився на рівні середньої стабільності (16,4 %), що є показником вираженої мінливості вмісту титрованих кислот поміж досліджуваними сортами суниці. За погодних умов 2024 року, зокрема за незначної кількості опадів, що зумовило низький рівень зволоження в період росту та розвитку плодів суниці, у деяких сортів спостерігалось уповільнення синтезу титрованих кислот. Зокрема, плоди сортів Вайбрант, Флоренс та Геркулес у 2024 році накопичили менше згаданих органічних речовин, ніж у попередній рік, а саме на 0,29; 0,46 і 0,15 %, хоча в сорту Веселка навпаки спостерігалось їхнє збільшення на 0,19 % (табл. 4.4).

Період росту та розвитку плодів суниці всіх груп стиглості у 2025 році був прохолоднішим та більш зволеним, ніж у два попередні роки. Суми активних температур повітря періоду росту та розвитку ранніх сортів становили 411,9 °С, середніх – 459,4 °С та пізніх – 577,3 °С , опадів випало понад 42,0 мм, що забезпечено ГТК на рівні 0,8–1,1 (табл. 4.1). Такі погодні умови забезпечили накопичення максимальної за всі роки досліджень кількості титрованих кислот більшістю досліджуваних сортів суниці. Найбільше згаданих речовин у цей рік містили ягоди сортів Презент (1,03 %), Ольвія та Атлантида (по 1,09 %) та Геркулес (1,19 %). Сорти Вайбрант і Флоренс титрованих кислот мали більше, ніж у попередній рік, але істотно менше, ніж у 2023 році (табл. 4.4).

Для більшості сортів суниці, які досліджувалися встановлений сильний від'ємний кореляційний зв'язок із температурним показником. Таким чином, підвищення середньодобових температур у період росту та розвитку плодів супроводжується зниженням умісту титрованих кислот. Це пояснюється тим, що за високих температур органічні кислоти активніше використовуються

рослиною в процесі дихання. Найбільш чутливими до температурного чинника виявилися сорти Ольвія ($r = -0,928$) та Презент ($r = -0,923$). Сорти Флоренс ($r = -0,392$) і Вайбрант ($r = -0,431$) мали слабку залежність, що вказує на їхню більшу генетичну стабільність щодо температурних коливань. Для більшості сортів збільшення кількості опадів відносно температури сприяло накопиченню кислот. Зокрема, для сортів Атлантида ($r = 0,979$), Ольвія ($r = 0,834$) та Геркулес ($r = 0,831$) встановлений сильний прямий кореляційний зв'язок. Це свідчить про те, що якість плодів значною мірою залежить від режиму зволоження у період їхнього росту та розвитку. Від'ємну слабку кореляцію з рівнем зволоження та гідротермічним коефіцієнтом мали сорти Вайбрант та Флоренс (табл. 4.3).

Цукрово-кислотний індекс (ЦКІ). Значна варіабельність умісту цукрів та титрованих кислот зумовлена генотипом сорту та метеорологічними умовами періоду вегетації плодів суниці, спричинила коливання цукрово-кислотного індексу, що детермінувало відповідні зміни органолептичних показників продукції. Цукрово-кислотний індекс досліджуваних сортів суниці за роки досліджень перебував в межах найменшого значення (5,0) у 2025 році та найвищого (6,4) у 2024 році з проміжним значенням 6,2 у 2023 році (рис. 4.2).

У 2024 році поєднання низького вмісту титрованих кислот та високого рівня цукрів забезпечило найвищий цукрово-кислотний індекс плодів у сортів Вайбрант (9,0) та Флоренс (8,7). Водночас у цих самих сортів цукрово-кислотний індекс у 2023 році був нижчим на 3,1 порівняно з 2024 роком. За винятком сортів Вайбрант і Флоренс, найвищий ЦКІ у 2024 році відзначений у плодів сорту Геркулес – 6,6, тоді як у 2023 році він становив 6,0, а в 2025 році – 4,6. У сортів Ольвія, Веселка, Презент та Атлантида максимальні значення цукрово-кислотного індексу (6,8; 6,3; 7,1 та 6,2 відповідно) зафіксовані у 2023 році. Найнижчі значення цього показника смакових якостей у зазначених сортів спостерігалися у 2025 році, коли період росту та досягання плодів суниці характеризувався прохолодними та вологими погодними умовами; гідротермічний коефіцієнт коливався в межах 0,8–1,1 (табл. 4.1, рис 4.2).

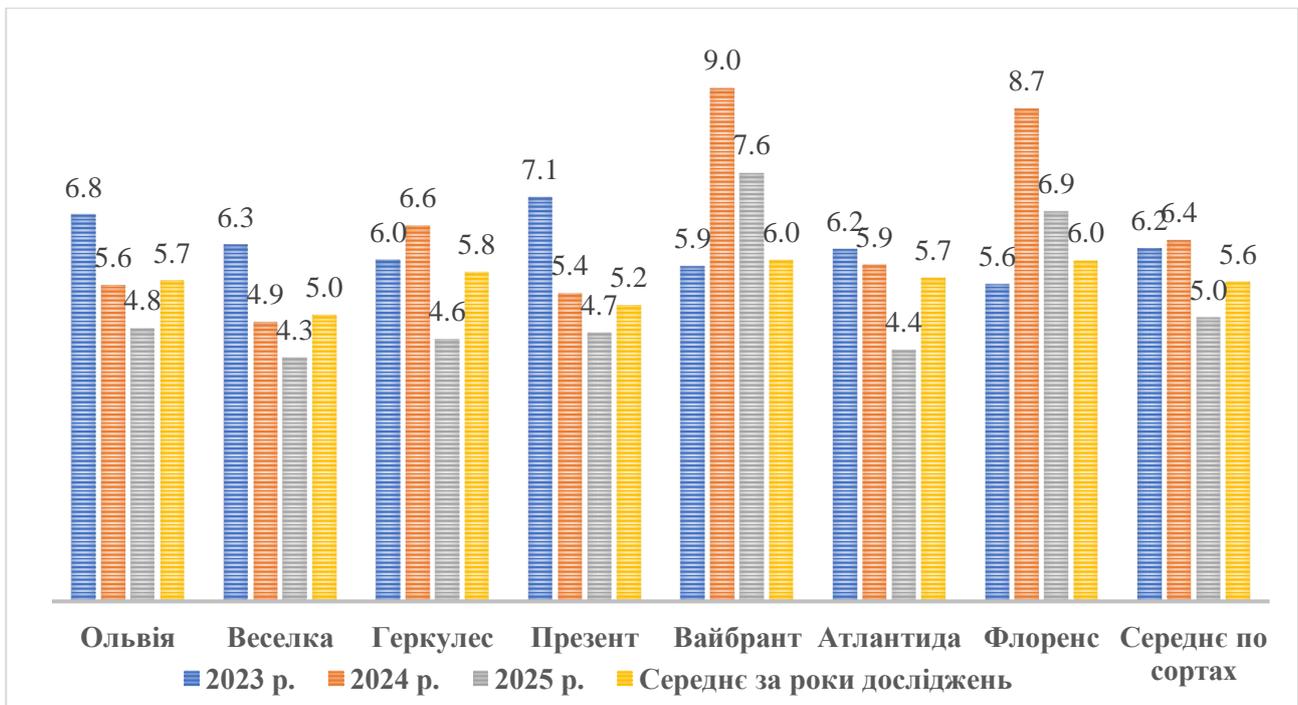


Рис. 4.2. Цукрово-кислотний індекс плодів суниці садової, 2023–2025 рр.

На основі кореляційного аналізу встановлено обернену кореляційну залежність смакових якостей плодів від середньодобових температур повітря, що є показником негативного впливу підвищених температур повітря під час росту та дозрівання плодів на показник ЦКІ. Сорти Ольвія ($r = -0,928$), Презент ($r = -0,923$) та Атлантида ($r = -0,873$) виявилися найбільш чутливими до спеки (рис. 4.3).

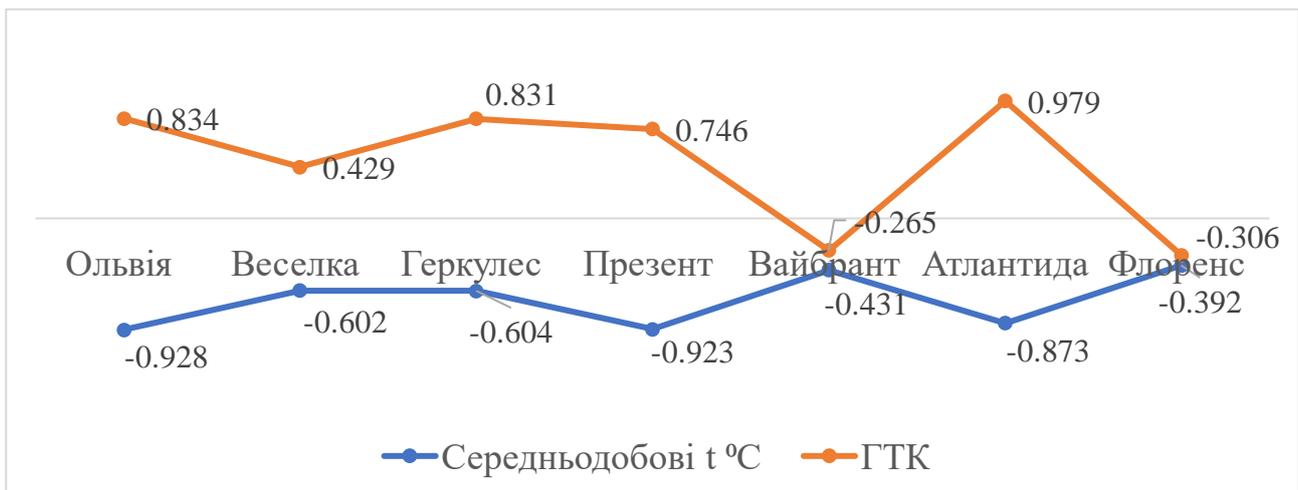


Рис. 4.3. Кореляційна залежність цукрово-кислотного індексу плодів суниці садової від середньодобових температур повітря та ГТК періоду їхнього росту і розвитку

Високі температури повітря призводять до того, що ягоди або накопичують забагато титрованих кислот, або не встигають накопичити достатню кількість цукрів через прискорений метаболізм. Помірний зв'язок із температурним чинником встановлений для сортів Веселка та Геркулес. Слабкий зв'язок із середньодобовими температурами повітря виявлений для сортів Вайбрант ($r = -0,431$) і Флоренс ($r = -0,392$), саме ці сорти виявилися найменш залежними від температурного чинника, що свідчить про їхню адаптивність або генетичну стабільність смакових характеристик (рис. 4.3).

Сильну пряму залежність від чинника зволоження періоду росту та розвитку плодів суниці встановлено для сортів Атлантида ($r = 0,979$), Ольвія ($r = 0,834$) і Геркулес ($r = 0,831$). Отже, рівень зволоження у зазначений період, що перебуває в межах оптимальних значень, сприяє підвищенню цукрово-кислотного індексу, що, у свою чергу, зумовлює покращення сенсорних характеристик плодів, зокрема їхнього смаку. Інші сорти, Вайбрант ($r = -0,265$) та Флоренс ($r = -0,306$) мали слабку від'ємну кореляцію з гідротермічним коефіцієнтом (рис. 4.3).

Гідропектин. Розчинною формою пектинових речовин, що містять плоди, є гідропектин. Його кількість у плодах сортів суниці, що вивчали, за роками досліджень варіювала від 0,105 % у 2023 та 2024 роках до 0,188 % у 2025 році. Найменше гідропектину за середніми трирічними даними накопичували плоди сорту Веселка (0,075 %), а найбільше – Геркулес (0,187 %); кількість гідропектину в інших сортах варіювала від 0,103 % (Презент) до 168 % (Вайбрант). У 2023 році істотно більше, ніж інші сорти, розчинного пектину містили плоди сорту Атлантида (0,154 %), найменше його в цей рік було в сорту Веселка (0,067 %). У згаданий рік та наступний всі досліджувані сорти, за винятком Атлантиди, накопичували істотно менше гідропектину, ніж у 2025 році. Саме у цей рік у плодах сорту Ольвія вміст цієї речовини перевищував показники 2024 та 2023 років на 0,111 та 0,116 % відповідно. У сорту Веселка різниця становила 0,014 та 0,023 %, у сорту

Геркулес – 0,177 і 0,171 %, у сорту Презент – 0,051 і 0,046 %, у сорту Вайбрант – 0,153 і 0,163 %, а у сорту Флоренс – 0,087 і 0,109 % відповідно (табл. 4.5).

Протопектин. Окрім гідропектину, складовою загального пектину є протопектин. Від його кількості залежить твердість плодів, оскільки він входить до складу клітинних стінок. Максимум нерозчинної форми пектину за середніми трирічними даними спроможні накопичувати плоди сортів Вайбрант (0,340 %) та Флоренс (0,360 %), мінімум – Ольвія (0,237 %), Геркулес (0,247 %) і Презент (0,246 %).

У 2023 році всі досліджувані сорти суниці мали істотно менше протопектину, ніж в інші два роки досліджень. Саме в цей рік період росту та розвитку плодів суниці відзначився низьким рівнем зволоження та високими середньодобовими температурами повітря (табл. 4.1). Проте у 2024 році максимум протопектину містили плоди сортів Геркулес (0,274 %) проти 0,247 % у 2023 році та 0,220 % у 2025 році, сорту Презент (0,304 %) проти 0,209 % у 2024 році та 0,227 % у 2025 році, сорт Вайбрант (0,385 %) проти 0,247 % у 2023 році та 0,389 % у 2025 році, сорт Атлантида (0,345 %) проти 0,197 % у 2023 та 0,270 % у 2025 роках та сорту Флоренс (0,430 %) проти 0,297 % у 2023 році і 0,354 % у 2025 році (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Уміст гідропектину та протопектину в плодах суниці садової, % на сиру масу, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Гідропектин				Протопектин			
	2023	2024	2025	середнє ± SE	2023	2024	2025	середнє ± SE
Ольвія	0,087 ± 0,001 ^{bd}	0,092 ± 0,002 ^{bd}	0,203 ± 0,004 ^{ac}	0,126 ± 0,019 ^d	0,220 ± 0,003 ^{bd}	0,209 ± 0,002 ^{bd}	0,281 ± 0,004 ^a	0,237 ± 0,011
Веселка	0,067 ± 0,003 ^{bd}	0,076 ± 0,003 ^d	0,090 ± 0,006 ^{ad}	0,075 ± 0,005 ^d	0,230 ± 0,003 ^{bd}	0,255 ± 0,004 ^d	0,268 ± 0,004 ^{ad}	0,251 ± 0,006 ^d
Геркулес	0,130 ± 0,003 ^{bc}	0,124 ± 0,003 ^{bc}	0,301 ± 0,011 ^{ac}	0,187 ± 0,029 ^c	0,247 ± 0,006	0,274 ± 0,003 ^{ad}	0,220 ± 0,003 ^{bc}	0,247 ± 0,008 ^d
Презент	0,087 ± 0,001 ^{bd}	0,082 ± 0,002 ^{bd}	0,133 ± 0,004 ^{ad}	0,103 ± 0,008 ^d	0,209 ± 0,005 ^{bd}	0,304 ± 0,004 ^{ad}	0,227 ± 0,004 ^d	0,246 ± 0,015 ^d
Вайбрант	0,113 ± 0,003 ^{bc}	0,123 ± 0,003 ^{bc}	0,276 ± 0,007 ^{ac}	0,168 ± 0,027 ^c	0,247 ± 0,004 ^b	0,385 ± 0,003 ^{ac}	0,389 ± 0,004 ^{ac}	0,340 ± 0,023 ^c
Атлантида	0,154 ± 0,003 ^{ac}	0,157 ± 0,002 ^{ac}	0,102 ± 0,008 ^{bd}	0,137 ± 0,009	0,197 ± 0,006 ^{bd}	0,345 ± 0,002 ^{ac}	0,270 ± 0,003 ^d	0,271 ± 0,021
Флоренс	0,099 ± 0,001 ^{bd}	0,121 ± 0,004 ^{bc}	0,208 ± 0,012 ^{ac}	0,135 ± 0,018	0,297 ± 0,002 ^{bc}	0,430 ± 0,005 ^{bc}	0,354 ± 0,003 ^c	0,360 ± 0,019 ^c
<i>Середнє±S</i>	<i>0,105 ± 0,002^b</i>	<i>0,105 ± 0,001^b</i>	<i>0,188 ± 0,002^a</i>	<i>0,133 ± 0,014</i>	<i>0,240 ± 0,004^b</i>	<i>0,315 ± 0,003^a</i>	<i>0,287 ± 0,004</i>	<i>0,279 ± 0,012</i>
<i>E</i>								
<i>Max</i>	<i>0,154 ± 0,003</i>	<i>0,157 ± 0,002</i>	<i>0,301 ± 0,011</i>	<i>0,187 ± 0,029</i>	<i>0,247 ± 0,004</i>	<i>0,430 ± 0,005</i>	<i>0,389 ± 0,004</i>	<i>0,360 ± 0,019</i>
<i>Min</i>	<i>0,067 ± 0,003</i>	<i>0,076 ± 0,003</i>	<i>0,090 ± 0,006</i>	<i>0,075 ± 0,005</i>	<i>0,197 ± 0,006</i>	<i>0,209 ± 0,002</i>	<i>0,220 ± 0,003</i>	<i>0,237 ± 0,011</i>
<i>V, %</i>	<i>28,0</i>	<i>27,4</i>	<i>44,1</i>	<i>28,4</i>	<i>14,0</i>	<i>24,5</i>	<i>21,9</i>	<i>18,0</i>

Загальний пектин. За наведених показників складових пектинових речовин найбільший середній міжсортний вміст загального пектину у плодах суниці зафіксовано у 2025 році – 0,474 %, тоді як найменший – у 2023 році (0,332 %). Сорти Вайбрант та Флоренс, за даними трьох років досліджень, є найбільш пектиновмісними, кількість загального пектину в їхніх плодах становила 0,511 і 0,503 % відповідно; найменше вказаних вуглеводів накопичували ягоди сорту Веселка (0,329 %), трохи більше їх мали плоди сортів Презент (0,347 %) та Ольвія (0,364 %) (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Уміст загальної кількості пектинових речовин у плодах суниці садової, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Загальна кількість пектину, % на сиру масу			
	2023	2024	2025	середнє ± SE
Ольвія	0,307 ± 0,004 ^{bd}	0,301 ± 0,001 ^{bd}	0,484 ± 0,004 ^{ad}	0,364 ± 0,030 ^d
Веселка	0,297 ± 0,004 ^{bd}	0,331 ± 0,007 ^d	0,359 ± 0,009 ^{ad}	0,329 ± 0,010 ^d
Геркулес	0,377 ± 0,003 ^{bc}	0,398 ± 0,004 ^{bd}	0,521 ± 0,008 ^{ac}	0,432 ± 0,023
Презент	0,296 ± 0,006 ^{bd}	0,386 ± 0,006 ^{ad}	0,359 ± 0,005 ^d	0,347 ± 0,014
Вайбрант	0,361 ± 0,007 ^{bc}	0,509 ± 0,004 ^c	0,665 ± 0,007 ^{ac}	0,511 ± 0,044 ^c
Атлантида	0,351 ± 0,009 ^{ac}	0,502 ± 0,001 ^{ac}	0,371 ± 0,009 ^{bd}	0,408 ± 0,024 ^d
Флоренс	0,396 ± 0,002 ^{bc}	0,551 ± 0,009 ^{ac}	0,562 ± 0,014 ^{ac}	0,503 ± 0,027 ^c
Середнє±SE	0,332 ± 0,006 ^b	0,425 ± 0,005	0,474 ± 0,008 ^a	0,414 ± 0,020
Max	0,396 ± 0,002	0,551 ± 0,009	0,665 ± 0,007	0,511 ± 0,044
Min	0,296 ± 0,006	0,301 ± 0,001	0,359 ± 0,009	0,329 ± 0,010
V, %	12,3	22,6	24,9	17,7

У 2023 році за сухого та жаркого періоду росту та розвитку плоди всіх досліджуваних сортів суниці мали менше пектинових речовин, ніж у два наступних роки досліджень. Зокрема, сорт Вайбрант у 2024 році містив на 0,148, а у 2025 р на 0,304 % більше пектинів, ніж у 2023 році. Уміст пектинових

речовин у плодах сорту Флоренс у 2024 та 2025 роках становив 0,551 % та 0,562 %, що значно перевищує показник 2023 року, який дорівнював 0,396 %. Схожа картина була актуальною і для сорту Презент, плоди якого містили пектинових речовин більше у 2024 році, ніж у попередньому та наступному роках (табл. 4.6).

Погодні умови 2025 року сприяли інтенсивному накопиченню пектинових речовин плодами досліджуваних сортів суниці. Порівняно з 2023 роком уміст пектинів у сортах Ольвія, Веселка та Геркулес зріс на 0,177; 0,062 та 0,144 % відповідно та відносно показників 2024 року – на 0,183; 0,028 та 0,123 % відповідно (табл. 4.6).

Методом статистичного аналізу встановлено сильну від'ємну кореляцію більшості сортів суниці із середньодобовими температурами повітря. Це є свідченням того, що підвищення середньодобових температур спричиняє уповільнення накопичення пектинових речовин плодами досліджуваних сортів суниці. Майже всі сорти, окрім Атлантиди, мали сильний від'ємний зв'язок (від $r = -0,614$ до $r = -0,986$) між умістом гідропектину та температурним чинником. Аналогічна тенденція простежувалася між загальною кількістю пектинів і температурами періоду росту та розвитку плодів. Найсильніша залежність була виявлена для сортів Ольвія ($r = -0,973$), Геркулес ($r = -0,955$) та Веселка ($r = -0,930$). Окрім цього з'ясовано, що реакція сортів на температурний режим суттєво залежить від їхнього генотипу. Зокрема, для Ольвії встановлено найвищу стабільну від'ємну залежність всіх складовими пектину, коефіцієнти кореляції вищі $r = 0,970$. Це найбільш чутливий до температур повітря сорт.

Для сортів Геркулес і Презент знайдено сильну позитивну кореляцію ($r = 0,996$ та $r = 0,708$ відповідно) між умістом протопектину та температурою. Це є свідченням того, що у вказаних сортів зі зростанням температури вміст протопектину збільшується. Атлантида – це єдиний сорт із переліку досліджуваних, у якого загальна кількість пектину та гідропектину має сильний позитивний зв'язок із температурою, коефіцієнти кореляції $r = 0,897$ та $r = 0,790$ відповідно. Тобто тепліші умови періоду росту та розвитку його плодів

сприяють накопиченню ними пектинових речовин. І лише для сорту Флоренс не встановлено залежності вмісту пектинових речовин від температурного чинника ($r = 0,134$), що може свідчити про його генетичну стійкість щодо вмісту пектинів від температурних коливань (рис. 4.4).



Рис. 4.4. Кореляційна залежність умісту пектинових речовин у плодах суниці від середньодобових температур повітря періоду росту та розвитку плодів суниці

У більшості досліджуваних сортів суниці, зокрема Ольвія, Геркулес, Презент, Вайбрант і Флоренс, встановлений дуже сильний прямий кореляційний зв'язок між умістом розчинного пектину та рівнем зволоження у період росту й розвитку плодів ($r = 0,980-0,999$). Це свідчить про те, що зі зростанням гідротермічного коефіцієнта вміст гідропектину в ягодах зазначених сортів істотно підвищується. Винятком був сорт Атлантида, де кореляція сильна, але від'ємна ($r = -0,999$), що є показником протилежної фізіологічної реакції цього сорту на рівень зволоження періоду росту та

формування плодів, зокрема уповільнення синтезу гідропектину спостерігається за надлишку вологи (рис. 4.5).

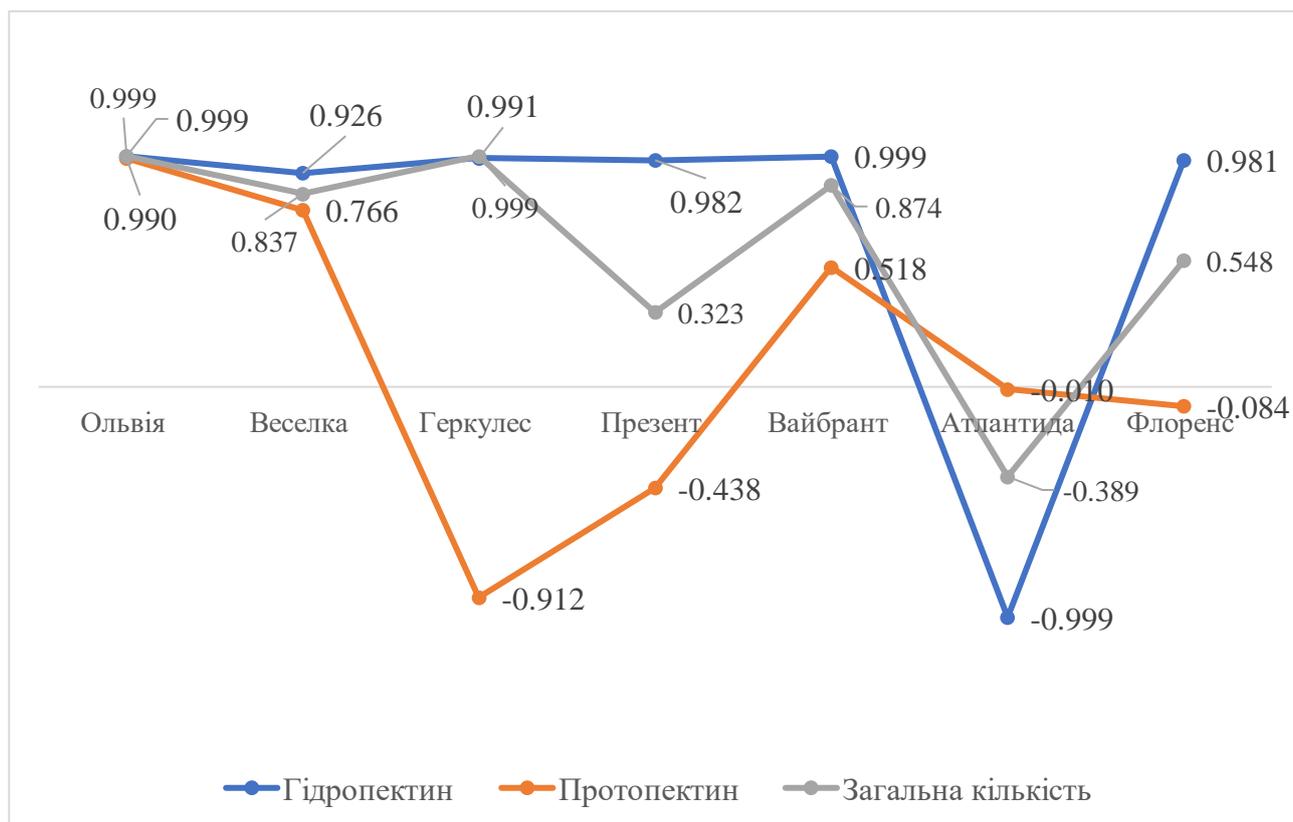


Рис. 4.5. Кореляційна залежність вмісту пектинових речовин у плодах суниці від гідротермічного коефіцієнта періоду росту та розвитку плодів суниці

Протопектинова складова у плодах сортів Ольвія та Геркулес ($r = 0,990$ і $r = 0,766$ відповідно) має сильну пряму, а в сорту Геркулес ($r = -0,912$) сильну від'ємну кореляційну залежність від гідротермічного коефіцієнту періоду росту та розвитку (рис. 4.5).

Сорти Ольвія та Вайбрант демонструють найвищу стабільність накопичення загального пектину в умовах достатнього зволоження. Геркулес за високого ГТК (дощова погода) може втрачати твердість, хоча гідропектин зростає, різке падіння протопектину ($r = -0,912$) вказує на руйнування міжклітинних зв'язків, що негативно впливає на транспортабельність його плодів. Сорт Атлантида потребує помірного або навіть обмеженого зволоження для накопичення пектину, оскільки надлишок вологи блокує цей процес.

Загальна сума пектинових речовин найбільше залежить від зволоження періоду росту та розвитку плодів сортів Ольвія та Геркулес ($r = 0,999$) (рис.4.5).

Протопектин є основною складовою серединних пластинок і первинних клітинних стінок суниці. Він виконує роль “цементу”, який скріплює клітини між собою. Чим вищий початковий уміст протопектину в тканинах, тим вищою є механічна міцність (твердість) ягоди [27]. Проведений статистичний аналіз кореляційної залежності твердості плодів суниці сортів, що досліджували, підтвердив встановлені іншими дослідниками залежності твердості плодів від початкового в них умісту протопектину, але не для всіх сортів вона була сильною. Зокрема, для сорту Геркулес виявлений середній прямий рівень залежності твердості плоду від умісту протопектину ($r = 0,624$). Для решти сортів залежність також була прямою, а коефіцієнти кореляції високими і варіювали від $r = 0,881$ (Флоренс) до $r = 0,999$ (Ольвія) (рис. 4.6).



Рис. 4.6. Кореляційна залежність твердості плодів суниці від умісту в них протопектину

4.1.2. Біологічно активні речовини плодів суниці садової за умов вирощування в зоні Лісостепу України

У 2023 році уміст вітаміну С у плодах суниці варіював у межах мінімуму (41,1 мг/100 г) та максимуму (65,4 мг/100 г) із середнім міжсортним значенням 49,7 мг/100 г. У 2024 році найбільше вітаміну С містили ягоди сорту Геркулес (50,4 мг/100 г), а найменше – сорту Вайбрант (37,9 мг/100 г). У 2025 році найбільший вміст цього вітаміну відзначено у плодах сортів Вайбрант (51,6 мг/100 г) та Атлантида (59,3 мг/100 г). У цей рік плоди всіх досліджуваних сортів містили понад 50 мг/100 г вітаміну С. Найменше його мали ягоди суниці у 2024 році – 41,5 мг/100 г. Середній міжсортний вміст вітаміну С у 2025 році перевищував показник 2023 року на 6,2 мг/100 г та 2024 року – на 14,1 мг/100 г (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Уміст вітаміну С у плодах суниці, мг/100 г сирової маси, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Вітамін С			
	2023	2024	2025	середнє
Ольвія	43,2 ± 2,6 ^c	40,2 ± 2,6	52,7 ± 2,7 ^a	45,4 ± 3,8
Веселка	42,2 ± 2,6 ^c	41,0 ± 2,2	51,1 ± 2,5 ^a	44,8 ± 3,2
Геркулес	52,5 ± 3,1	50,4 ± 3,0 ^c	57,6 ± 2,5	53,5 ± 2,1
Презент	41,1 ± 2,6 ^d	39,1 ± 2,7	57,3 ± 1,8 ^a	45,8 ± 6,2
Вайбрант	56,1 ± 3,1 ^c	37,9 ± 2,3 ^b	59,6 ± 1,6 ^a	50,9 ± 6,6
Атлантида	45,2 ± 2,5	42,7 ± 2,7	59,3 ± 2,0 ^a	49,1 ± 5,2
Флоренс	65,6 ± 3,8 ^{ac}	39,0 ± 2,5 ^b	51,3 ± 2,7	52,0 ± 7,7
Середнє ± SE	49,4 ± 2,9	41,5 ± 2,6	55,6 ± 2,5 ^a	48,7 ± 2,1
Мах	65,6 ± 3,8	50,4 ± 3,0	59,6 ± 1,6	53,5 ± 2,1
Мін	41,1 ± 2,6	37,9 ± 2,3	51,1 ± 2,5	44,8 ± 3,2
V (%)	18,5	10,2	6,7	7,2

Із сортів суниці, які досліджували, найбільшу варіабельність умісту вітаміну С мали Флоренс, Презент та Вайбрант – коефіцієнти варіації 26, 23 та 22 % відповідно. Незначна варіабельність вмісту вітаміну С за роками досліджень спостерігалася в сортів Ольвія, Веселка та Геркулес і становила відповідно 14, 12 та 7 % (рис. 4.7).

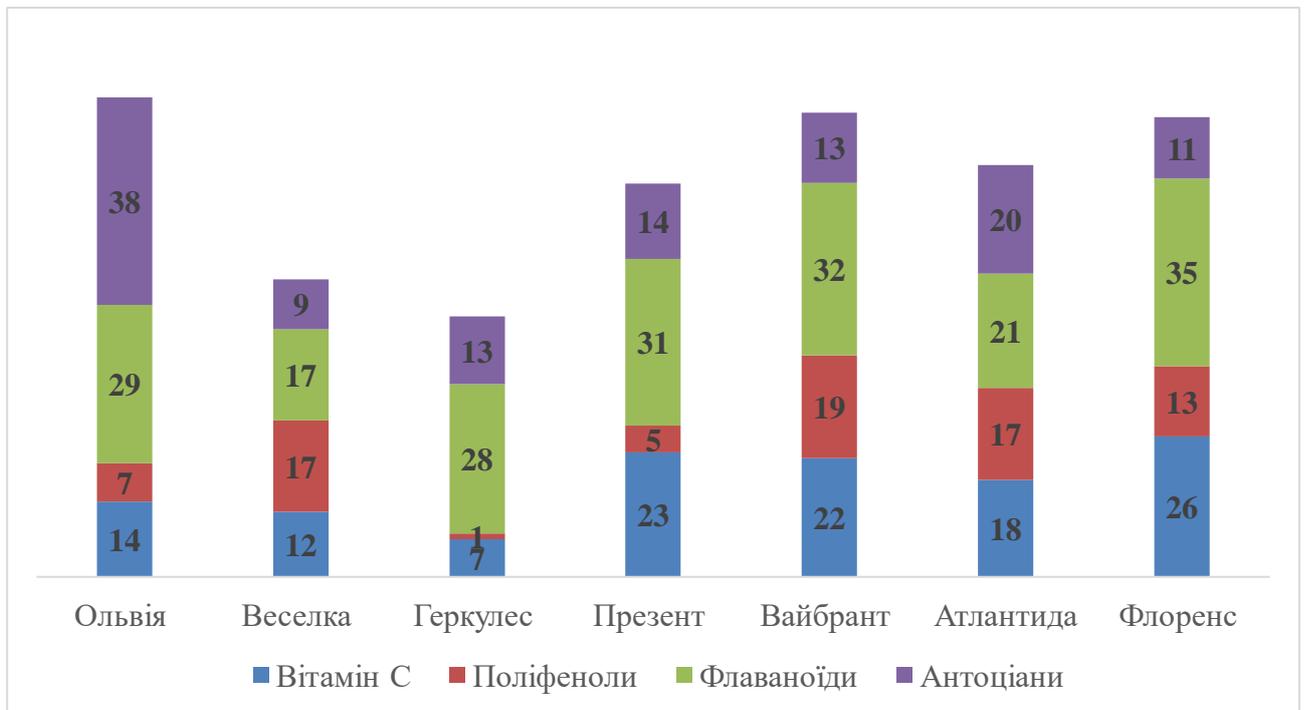


Рис. 4.7. Варіабельність умісту біологічно активних речовин у плодах суниці залежно від погодних умов періоду їхнього росту та розвитку, %

Уміст поліфенольних речовин у плодах суниці залежно від сорту та року досліджень варіював від мінімального значення 301 мг/100 г у сорту Геркулес у 2024 році до максимального – 742 мг/100 г у сорту Веселка у 2025 році (табл. 4.8).

За середнім міжсортним показником у 2023 році суниця накопичувала на 96 мг/100 г більше поліфенолів, ніж у 2024 році та на 70 мг/100 г більше, ніж у 2025 році. У 2023 році мінливість умісту поліфенолів у ягодах суниці дорівнювала коефіцієнту варіації 19,5 %. Істотно вищим умістом згаданих речовин у цей рік, окрім Веселки, виділилися сорти Вайбрант (564 мг/100 г) та Флоренс (541 мг/100 г). У 2024 році більше, ніж середнє міжсортне значення

(398 мг/100 г) поліфенолів містили ягоди сортів Веселки і Презента – 433 та 444 мг/100 г відповідно (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Уміст поліфенолів у плодах суниці, мг/100 г сирової маси, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Поліфеноли			
	2023	2024	2025	середнє
Ольвія	453 ± 17	408 ± 13	398 ± 10	420 ± 17
Веселка	597 ± 15 ^{ac}	433 ± 13 ^{bc}	742 ± 12 ^c	501 ± 49 ^c
Геркулес	305 ± 11 ^d	301 ± 16 ^d	297 ± 12 ^d	301 ± 2 ^d
Презент	480 ± 15 ^a	444 ± 13 ^c	443 ± 12	456 ± 12
Вайбрант	564 ± 11 ^c	383 ± 15 ^b	482 ± 14 ^c	476 ± 52
Атлантида	518 ± 12 ^a	398 ± 18	382 ± 13 ^d	433 ± 43
Флоренс	541 ± 14 ^{ac}	417 ± 11 ^b	498 ± 12 ^c	485 ± 36
Середнє ± SE	494 ± 16 ^a	398 ± 12	424 ± 14	439 ± 29
Max	597 ± 15	433 ± 13	482 ± 14	501 ± 49
Min	305 ± 11	301 ± 16	297 ± 12	301 ± 2
V (%)	19.5	11.9	17,7	15,3

Міжсортний коефіцієнт варіації у 2024 році становив 11,9 %. У 2025 році, окрім сорту Веселка, підвищеним умістом поліфенольних речовин характеризувалися ягоди сортів Вайбрант (482 мг/100 г) та Флоренс (498 мг/100 г). Натомість істотно менший, порівняно із середнім значенням, уміст поліфенолів відзначений у сортів Геркулес і Атлантида – 297 та 382 мг/100 г відповідно. Коефіцієнт варіації свідчить про середню мінливість умісту поліфенолів у межах сортів, які досліджувалися у 2025 році (табл. 4.8).

За середніми даними трирічних досліджень найвищим умістом поліфенольних речовин характеризувався сорт Веселка (501 мг/100 г), тоді як найнижчий показник відзначений у сорту Геркулес (301 мг/100 г). Варіабельність умісту цих речовин у першого із зазначених сортів була на рівні

середньої (коефіцієнт варіації – 17 %), тоді як у другого цей показник становив 1 %, що свідчить про стабільно низький уміст поліфенолів, накопичення яких практично не залежить від погодних умов періоду росту та розвитку ягід суниці (рис. 4.8).

У 2023 році найбільше флавоноїдів накопичували плоди суниці сортів Вайбрант (98 мг/100г) та Флоренс (97 мг/100г). Істотно меншою середнього значення у цей рік їхня кількість була у сортів Геркулес, Атлантида та Ольвія – 45, 48 і 52 мг/100 г відповідно. Міжсортний коефіцієнт варіації у цей рік становив 32,5 %, що є свідченням значної варіабельності вмісту флавоноїдів у плодах суниці урожаю 2023 року. У наступному 2024 році середній міжсортний уміст флавоноїдів становив 46 мг/100 г, що менше, ніж у 2023 і 2025 роках – на 26 та 25 мг відповідно (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

Уміст флавоноїдів у плодах суниці садової, мг/100 г сирової маси, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Флавоноїди			
	2023	2024	2025	середнє
Ольвія	52 ± 4,0 ^d	45 ± 4,0	63 ± 2,9 ^{ad}	53 ± 5,2
Веселка	88 ± 8,5 ^a	51 ± 2,9 ^b	84 ± 2,8 ^c	74 ± 11,9
Геркулес	45 ± 3,8 ^d	46 ± 4,5	74 ± 3,3 ^a	55 ± 9,3
Презент	76 ± 6,4	41 ± 2,2 ^{bd}	76 ± 3,2	64 ± 11,9
Вайбрант	98 ± 6,4 ^{ac}	51 ± 4,1 ^{bc}	78 ± 3,2 ^c	76 ± 13,5
Атлантида	48 ± 3,8 ^d	39 ± 1,9 ^{bd}	60 ± 1,7 ^{ad}	49 ± 6,0
Флоренс	97 ± 8,1 ^{ac}	49 ± 2,9 ^b	66 ± 3,2	71 ± 14,2
Середнє ± SE	72 ± 5,8	46 ± 1,4 ^b	71 ± 2,9	63 ± 8,6
Max	98 ± 6,4	51 ± 2,9	84 ± 2,8	76 ± 13,5
Min	45 ± 3,8	39 ± 1,9	63 ± 2,9	49 ± 6,0
V (%)	32,5	11,0	12,1	17,0

Істотно більше середнього для вказаної групи сортів флавоноїдів у 2024 році накопичували ягоди сорту Вайбрант (51 мг/100 г), а менше їх містив сорт Презент (41 мг/100 г). Коефіцієнт мінливості флавоноїдів у згаданий рік був невисоким, а саме 11 %. У 2025 році середній міжсортівий показник умісту флавоноїдів у досліджуваній групі сортів становив 71 мг/100 г, що лише на 1 мг/100 г менше, ніж у 2023 році. Істотно більше середнього для досліджуваної групи сортів флавоноїдів накопичували плоди сортів Веселка та Вайбрант – 84 і 78 мг/100г відповідно. Найменше їх мали Ольвія (63 мг/100 г) і Атлантида (60 мг/100 г). Коефіцієнти варіації у вказаний рік був незначним – 12 % (табл. 4.9).

За середніми показниками вміст флавоноїдів понад 70 мг/100 г відзначено у ягодах сортів Веселка (74 мг/100 г), Вайбрант (76 мг/100 г) та Флоренс (71 мг/100 г). Коефіцієнти варіації у вказаних сортів 17, 32 і 35 %, що свідчить про середню стабільність умісту флавоноїдів у сорту Веселка та високу нестабільність цих речовин у двох інших сортів (табл. 4.9, рис. 4.7).

Уміст антоціанів у досліджуваних сортах суниці за середнім міжсортівим показником варіював від 13,1 у 2023 році до 16,4 мг/100г у 2024 році У перший зі згаданих років істотно більше середнього значення їхній уміст був у ягід сортів Презент (21,8 мг/100 г) та Вайбрент (15,2 мг/100 г), а менше у сортів Геркулес (8,0 мг/100 г), Атлантида (11,3 мг/100 г) і Флоренс (9,8 мг/100 г) (табл. 4.10).

Коефіцієнт міжсортівий варіабельності вмісту антоціанів у цей рік виявився високим – 33,8 %. У наступному році всі досліджувані сорти містили більше антоціанів, ніж у попередньому. Найбільше їх, як і в попередній рік, мали ягоди сорту Презент (23,7 мг/100 г) а найменше – Флоренс (12,2 мг/100 г), коефіцієнт варіації у 2024 році становив 22,8 %. У 2025 році згаданий коефіцієнт міжсортівий різниці був також середнім і становив 18,2 % (табл. 4.10). У цей же рік, як і в два попередні, найбільше антоціанів накопичували ягоди сорту Презент (18,2 мг/100 г), коефіцієнт варіації становив 14 % (рис. 4.7). Окрім сорту Презент, істотно більше, ніж середнє міжсортіве

значення, антоціанів накопичували плоди сорту Вайбрант – 19,8 мг/100 г. Істотно менше їх, як і попередні роки, мали ягоди сортів Геркулес (12,9 мг/100 г) та Флоренс (11,5 мг/100 г), коефіцієнти варіації становили 13 та 11 % відповідно (табл. 4.10, рис. 4.7).

Таблиця 4.10

Уміст антоціанів у плодах суниці садової, мг/100 г сирової маси, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Антоціани			
	2023	2024	2025	середнє
Ольвія	13,7 ± 0,9	14,3 ± 1,0 ^d	16,3 ± 0,7 ^a	14,7 ± 0,8
Веселка	12,9 ± 1,1	16,6 ± 1,0	15,4 ± 0,5	15,0 ± 1,1
Геркулес	8,0 ± 1,7 ^{bd}	17,9 ± 0,8 ^a	12,9 ± 0,8 ^d	13,0 ± 2,9
Презент	21,8 ± 1,1 ^c	23,7 ± 1,7 ^c	18,2 ± 0,4 ^{bc}	21,2 ± 1,6 ^c
Вайбрант	15,2 ± 0,5 ^{bc}	16,2 ± 1,1	19,8 ± 0,6 ^{ac}	17,1 ± 1,4 ^c
Атлантида	11,3 ± 0,3 ^d	13,8 ± 1,0 ^d	16,9 ± 0,8 ^a	14,0 ± 1,6
Флоренс	9,8 ± 0,3 ^{bd}	12,2 ± 0,5 ^d	11,5 ± 0,5 ^d	11,2 ± 0,7 ^d
Середнє ±SE	13,1 ± 0,8 ^b	16,4 ± 0,7 ^a	15,9 ± 0,6	15,2 ± 1,0
Max	15,2 ± 0,5	23,7 ± 1,7	19,8 ± 0,6	21,2 ± 1,6
Min	9,8 ± 0,3	12,2 ± 0,5	12,9 ± 0,8	13,0 ± 2,9
V (%)	33,8	22,8	18,2	21,3

За результатами парного кореляційного аналізу встановлений сильний зворотний зв'язок між середньодобовою температурою повітря у період росту та розвитку плодів суниці та накопиченням вітаміну С у всіх досліджуваних сортів; коефіцієнти кореляції перевищували $r = -0,700$. Для сортів Ольвія та Веселка встановлений сильний прямий зв'язок між умістом вітаміну С та ГТК за вище згаданий період; коефіцієнти кореляції становили $r = 0,974$ та $r = 0,993$ відповідно. Для решти сортів, які досліджували, не виявлено істотної

залежності накопичення вітаміну С від гідротермічного коефіцієнту період росту та розвитку плодів (табл. 4.11).

Уміст поліфенолів у сортів Ольвія, Геркулес та Презент сильно корелює із середньодобовими температурами повітря періоду росту та розвитку плодів, водночас залежність пряма, а коефіцієнти кореляції становлять $r = 0,781$, $r = 0,999$ та $r = 0,840$ відповідно. Сильний, але зворотної сили зв'язок виявлений для сортів Веселка ($r = -0,950$), Вайбрант ($r = -0,790$) та Флоренс ($r = -0,855$). Непрямий сильний зв'язок між умістом поліфенолів із гідротермічним коефіцієнтом періоду росту та розвитку плодів встановлений для сортів Геркулес та Презент; коефіцієнти кореляції вище $r = -0,900$. Для решти сортів істотної залежності кількості поліфенолів від ГТК не виявлено (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Кореляційна залежність умісту біологічно активних речовин у суниці садової від метеорологічних показників періоду росту та розвитку плодів

Сорти	Вітамін С		Поліфеноли	
	середньо- добові t °С	ГТК	середньо- добові t °С	ГТК
Ольвія	-0,908	0,974	0,781	-0,639
Веселка	-0,950	0,993	-0,950	-0,291
Геркулес	-0,748	0,131	0,999	-0,999
Презент	-0,864	-0,629	0,840	-0,955
Вайбрант	-0,998	0,601	-0,790	0,054
Атлантида	-0,751	-0,587	-0,228	-0,587
Флоренс	-0,728	-0,042	-0,855	0,168
	Флаваноїди		Антоціани	
Ольвія	-0,824	0,921	-0,999	0,972
Веселка	-0,950	0,245	-0,950	0,189
Геркулес	-0,923	-0,793	-0,418	0,998
Презент	-0,086	-0,543	0,713	0,442
Вайбрант	-0,800	0,071	-0,481	0,978
Атлантида	-0,916	0,704	-0,256	0,898
Флоренс	-0,629	-0,176	0,587	0,228

Для більшості досліджуваних сортів, за винятком Презент і Флоренс, встановлено тісний зворотний зв'язок між умістом флавоноїдів і середньодобовими температурами повітря у період росту та розвитку плодів; коефіцієнти кореляції перевищували $r = -0,800$. Гідротермічний коефіцієнт вказаного періоду мав сильний прямий зв'язок із вмістом флавоноїдів у плодах сортів Ольвія ($r = 0,921$) та Атлантида ($r = 0,704$), а також непрямий у сорту Геркулес ($r = -0,793$) (табл. 4.11).

Антоціанова складова у сортів Ольвія та Веселка мала сильний непрямий, а сорту Геркулес прямий зв'язок із середньодобовими температурами повітря періоду росту та розвитку плодів, коефіцієнти кореляції становлять 0,999, 0,950 і 0,793 відповідно. Тісний та прямий кореляційний зв'язок встановлений між умістом антоціанів та гідротермічним коефіцієнтом періоду росту і розвитку плодів у ягодах сортів Ольвія (0,972), Геркулес (0,998) та Атлантида (0,898) (табл. 4.11).

Висновки до підрозділу 4.1

Виявлено пряму кореляційну залежність між накопиченням сухих розчинних речовин, цукрів та середньодобовими температурами повітря. Така тенденція найбільш виражена у сортів Веселка ($r = 0,999$) та Геркулес ($r = 0,907$). Доведено, що дефіцит опадів (ГТК 0,1–0,3) стимулює синтез цукрів, тоді як високі температури призводять до зниження концентрації титрованих кислот через їхнє інтенсивне використання у процесі дихання, особливо у сортів Ольвія ($r = -0,928$) та Презент ($r = -0,923$). Оптимальний цукрово-кислотний індекс (6,4) досягається за посушливих і теплих умов, тоді як надмірне зволоження (ГТК 0,8–1,1) спричиняє зростання вмісту пектинових речовин і зниження смакових характеристик. Уміст біологічно активних сполук варіює залежно від метеорологічних чинників: рівень вітаміну С корелює з температурою повітря, а флавоноїдів – із гідротермічним коефіцієнтом. Найвищу генетичну стабільність за біохімічними показниками та стійкість до

коливань погодних умов продемонстрував сорт Геркулес, а за показниками кислотності – сорти Вайбрант і Флоренс.

Межі вмісту вітаміну С у досліджуваних сортах становили 37,9–95,6 мг/100 г, поліфенольних речовин 301–742 мг/100 г, флаваноїдів 39–98 мг/100 г, антоціанів 11,2–23,7 мг/100 г. Найменшою варіабельністю та найменшою залежністю від погодних умов вирощування характеризувався вміст вітаміну С у плодах сорту Геркулес. Низьку варіабельність умісту поліфенолів також встановлено у сортах Геркулес, Презент і Ольвія, тоді як найстабільнішим уміст антоціанів виявився у сорту Ольвія.. Коефіцієнти варіації понад 17 % є свідченням високої варіабельності флавоноїдної складової плодів досліджуваних сортів суниці. Способом кореляційної залежності встановлено сильний зв'язок умісту вітаміну С із середньодобовими температурами повітря та флавоноїдів із гідротермічним коефіцієнтом періоду росту та розвитку плодів. Залежності істотно різнилися як від біоактивної складової плодів, так і від сорту.

Підрозділ 4.1 розділу 4 містить матеріали публікації автора:

Shevchuk L. M., **Нрынок R. I.** Content of biologically active substances in strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) grown in the Forest-Steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2025. Vol. 12, No. 2. P. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp12.02.042>

4.2. Закономірності накопичення нутрієнтів та антиоксидантів у жимолості під впливом варіативності метеорологічних чинників

Період росту та розвитку жимолості голубої у 2023 році, від початку цвітіння до масового досягання плодів сортів раннього терміну досягання, в умовах Лісостепу України тривав 30 днів, у наступному – 35 днів, а у 2025 році – на 24 дні довше, ніж у 2023 році та на 19, ніж у 2024 році.

Сильне потепління у першій декаді березня, коли середньодобові температури повітря із 06.03 до 14.03 були в межах 10,1–12,6 °С, спричинило раннє входження в період вегетації багатьох плодових та ягідних культур, у тому числі й жимолості голувої. Надалі різке зниження температур повітря до від'ємних, яке тривало впродовж трьох тижнів, уповільнило всі вегетаційні процеси, що стало причиною тривалого періоду росту та розвитку плодів жимолості голувої у 2025 році (див. табл. 2.1).

Масове досягання плодів сортів Каріна та Дуєт у 2023 році спостерігалось 13 травня, коли середньодобова температура повітря становила 11,5 °С, сума активних температур 10 °С та вище накопичилася на рівні 310 °С, опадів за вказаний період випало 9,8 мм, що склало гідротермічний коефіцієнт 0,3. У 2024 році середньодобові температури повітря періоду росту та розвитку плодів жимолості голувої ранніх термінів досягання були вищими на 0,8 °С і становили 12,7 °С, сума активних температур 10 °С та вище становила 360,0 °С. У 2025 році сорти Каріна та Дуєт період від цвітіння до масового досягання ягід пройшли за середньодобової температурі повітря 10,2 °С та суми активних температур 10 °С та вище – 406,7 °С, що на 46,7 °С вище, ніж у попередній рік, та на 96,7 °С – ніж у 2024 році (табл. 4.12).

Плоди сортів середнього терміну досягання росли, розвивалися та досягали за середньодобових температура повітря у 2023 році – 13,7 °С, у 2024 році – 13,6 °С й у 2025 році – 10,2 °С. Водночас сума активних температур 10 °С і вище в перші два роки досліджень різнилася неістотно, зокрема у 2023 році вона була на 4,6 °С вищою, ніж у наступному році і становила 501,4 °С (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Погодні умови періоду від цвітіння до масового досягання плодів жимолості голубої, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Середньодобова t, °C			Сума опадів, мм			Сума активних t 10 °C та вище			Гідротермічний коефіцієнт		
	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
ранньостиглі												
Каріна	11,5	12,7	10,2	9,8	51,3	44,9	310,0	360,0	406,7	0,3	1,4	1,1
Дует												
середньостиглі												
Алісія	13,7	13,6	10,2	8,4	51,9	51,4	501,4	496,8	429,3	0,2	1,0	1,2
Спокуса												
пізньостиглі												
Аврора	14,8	13,5	10,2	3,1	52,2	52,0	512,9	557,5	430,5	0,1	0,9	1,2

Проте нижчі середньодобові температури повітря періоду росту та розвитку плодів жимолості голубої у 2025 році, ніж у два попередні роки і сума активних температур на рівні 429,3 °С спричинили довшу тривалість періоду росту і розвитку плодів жимолості голубої на 20 днів, ніж у 2023 році і на 16 днів, ніж у 2024 році. Мінімальна кількість опадів у 2023 році – 8,4 мм за 40 днів вегетації від початку цвітіння до масового досягання плодів жимолості голубої – зумовила низький рівень зволоження цього періоду, що характеризувався значенням гідротермічного коефіцієнта 0,2. Проте у 2024 та 2025 роках вказані періоди вегетації сортів Алісія та Спокуса проходили за достатнього вологозабезпечення – гідротермічний коефіцієнт становили 1,0 та 1,2 відповідно (табл. 4.12).

У пізньостиглого сорту Аврора період від цвітіння до масового досягання ягід у 2023 році тривав 36 днів за середньодобових температур повітря 14,8 °С, за вказаний період накопичилося сума активних температур 10 °С та вище на рівні 512,6 °С та випало всього 3,1 мм опадів, що спричинило недостатнє зволоження вказаного періоду. У 2024 році плоди сорту Аврора росли та розвивалися впродовж 47 днів за середньодобових температур повітря 13,5 °С, що на 1,3 °С нижче, ніж у попередній рік. Сума активних температур становила 557,5 °С, а кількість опадів дорівнювала 52,2 мм, гідротермічний коефіцієнт був близьким до оптимального – 0,9 (табл. 4.12).

У 2025 році тривалість періоду росту та розвитку плодів жимолості голубої була ще довшою – 61 день, що більше, ніж у 2023 році на 25 днів та ніж у 2024 році на 14 днів. Водночас середньодобові температури повітря періоду вегетації від цвітіння до масового досягання ягід були значно нижчими, ніж у попередні два роки і становили 10,2 °С, а сума активних температур 10 °С та вище дорівнювала 430,5 °С, що менше, ніж у 2023 році на 82,4 °С та ніж у 2024 році на 127,0 °С. Проте кількість опадів, яка випала за вказаний період (52,0 мм) була достатньою для оптимального рівня зволоження (ГТК 1,2) (табл. 4.12).

4.2.1 Особливості впливу погодних чинників на вміст органічних речовин у плодах жимолості голубої

Сухі розчинні речовини. У 2023 році, за недостатнього рівня зволоження та прохолодного періоду росту та розвитку плодів жимолості голубої, кількість сухих розчинних речовин у сорту Каріна була значно меншою, ніж у 2024 та 2025 роках, а саме 12,9 % проти 14,2 та 13,6 % відповідно. У сорту Дуєт (група середньостиглих) у 2024 році зафіксований істотно нижчий уміст сухих розчинних речовин (12,2 %), що пов'язано з надмірною кількістю опадів у цей період (ГТК – 1,4). У 2023 році вміст СРР у цьому сорті перевищував показник 2024 року на 1,3 %, а у 2025 році – на 1,8 %. (табл. 4.13).

За середніми показниками за роки досліджень найбільший уміст сухих розчинних речовин накопичували плоди сортів Спокуса (14,4 %), Аврора (14,5 %) та Алісія (14,6 %). Проте різниця вмісту за роками вирощування у сортів Спокуса та Аврора була неістотною. Найбільший уміст сухих розчинних речовин (15,0 %) у першого із зазначених сортів відзначено у 2023 році, коли період росту та розвитку плодів характеризувався сухими та теплими умовами (ГТК – 0,2). У цей же рік, окрім сорту Спокуса, високим вмістом СРР відзначився також сорт Алісія (16,0 %). Плоди сорту Аврора, хоч не значно, але все ж більше, ніж у 2023 році (на 0,9 %) та більше ніж у 2025 році (на 0,8 %) СРР містили у 2024 році за в міру зволоженого (ГТК – 0,9) періоду від цвітіння до масового досягання плодів (табл. 4.13).

Коефіцієнти варіації, що коливалися в межах 2,2–7,6 %, свідчать про те, що вміст сухих розчинних речовин у плодах досліджуваних сортів жимолості голубої є відносно стабільним (гомеостатичним) показником у межах культури, оскільки істотних міжсорткових коливань у жоден із років досліджень не спостерігалось (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

Уміст сухих розчинних речовин та цукрів у плодах жимолості голубої, % на сиру масу, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Сухі розчинні речовини				Цукри			
	2023	2024	2025	середнє ± SE	2023	2024	2025	середнє ± SE
Каріна	12,9 ± 0,5 ^{bd}	14,2 ± 0,4	13,6 ± 0,3	13,6 ± 0,3	6,8 ± 0,3 ^b	7,8 ± 0,3	8,4 ± 0,3 ^a	7,7 ± 0,3
Дует	13,5 ± 0,6	12,2 ± 0,6 ^{bd}	14,0 ± 0,3	13,3 ± 0,4 ^d	6,5 ± 0,4	6,9 ± 0,4	7,3 ± 0,2 ^d	6,9 ± 0,2 ^d
Спокуса	15,0 ± 0,9	14,1 ± 0,8	14,2 ± 0,2	14,4 ± 0,4	6,8 ± 0,4 ^b	7,9 ± 0,3	8,2 ± 0,4	7,6 ± 0,3
Алісія	16,0 ± 0,5 ^a	13,9 ± 0,7	13,7 ± 0,4 ^b	14,6 ± 0,5	7,7 ± 0,3 ^c	7,1 ± 0,3 ^b	8,2 ± 0,3	7,7 ± 0,2
Аврора	14,2 ± 0,9	15,1 ± 0,9 ^c	14,3 ± 0,4	14,5 ± 0,4	6,8 ± 0,4 ^b	8,2 ± 0,4	8,3 ± 0,2	7,8 ± 0,3
Середнє ± SE	14,3 ± 0,7	13,9 ± 0,2	14,0 ± 0,3	14,1 ± 0,2	6,9 ± 0,1 ^b	7,6 ± 0,3	8,1 ± 0,3 ^a	7,5 ± 0,2
Мах	16,0 ± 0,5	15,1 ± 0,9	14,3 ± 0,4	14,6 ± 0,5	7,7 ± 0,3	8,2 ± 0,4	8,4 ± 0,3	7,8 ± 0,3
Мін	12,9 ± 0,5	12,2 ± 0,6	13,6 ± 0,3	13,3 ± 0,4	4,5 ± 0,3	6,9 ± 0,4	7,3 ± 0,2	6,9 ± 0,2
V, %	7,6	7,5	2,2	4,3	5,7	7,3	5,3	5,8

Кореляційний аналіз виявив сильну від'ємну залежність між умістом сухих розчинних речовин та середньодобовими температурами повітря для сорту Дует ($r = -0,969$). Тобто, у разі підвищення температури повітря період дозрівання плодів цього сорту суттєво скорочується. Окрім цього встановлена помірна позитивна залежність між умістом СРР та температурним показником для сортів Алісія ($r = 0,581$), Каріна ($r = 0,490$) і Спокуса ($r = 0,425$) (табл. 4.14).

Для сортів Алісія та Спокуса виявлено негативну залежність умісту сухих розчинних речовин від показника зволоження періоду росту та розвитку їхніх плодів; коефіцієнти кореляції становлять $r = -0,993$ і $r = -0,955$ відповідно. Зазначені сорти характеризуються високою чутливістю до надмірного зволоження в цей період: перевищення норми опадів, що призводить до підвищення гідротермічного коефіцієнта, може спричинити різке скорочення періоду досягання плодів у сортів Алісія та Спокуса (табл. 4.14).

Сильну позитивну залежність встановлено для сорту Каріна ($r = 0,964$), що демонструє протилежну реакцію на рівень зволоження, ніж інших двох згаданих сортів. Тобто, за збільшення кількості опадів та вологості повітря період росту та розвитку плодів сорту Каріна значно подовжується (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Кореляційна залежність умісту сухих розчинних речовин, цукрів і титрованих кислот у плодах жимолості голубої від метеочинників періоду їхнього росту та розвитку

Сорти	СРР		Цукри		Титровані кислоти	
	середньо-добові t °C	ГТК	середньо-добові t °C	ГТК	середньо-добові t °C	ГТК
Каріна	0,490	0,964	-0,392	0,916	-0,117	0,936
Дует	-0,969	-0,474	-0,583	0,648	-0,457	0,753
Спокуса	0,425	-0,955	-0,716	0,998	-0,538	0,938
Алісія	0,581	-0,993	-0,805	0,103	-0,621	0,998
Аврора	0,189	0,308	-0,782	0,986	-0,741	0,411

Цукри (загальна кількість). Уміст цукрів у плодах жимолості голубої варіював від 6,9 % у сорту Дует до 7,8 % у сорту Аврора. Істотну мінливість

кількості цукрів за роками досліджень було встановлено для сортів Каріна, Спокуса та Алісія. Два перших сорти найменше цукрів накопичували у 2023 році за сухого та теплого періоду росту та розвитку плодів, а саме по 6,8 %, а найбільшу (8,4 і 8,2 % відповідно) – у 2025 році, коли ГТК становив 1,1. Сорт Алісія характеризувався найбільшим умістом цих речовин у 2025 році (8,2 %) і найменшим – у 2024 році (7,1 %) (табл. 4.13).

Інші сорти з досліджуваної групи не відзначилися істотною мінливістю цього показника за роками досліджень. Проте порівняльна оцінка вмісту цукрів у 2023 році встановила, що найбільше цукрів у цей рік серед досліджуваних сортів мав згаданий сорт Алісія (7,7 %), інші сорти містили їх на рівні середнього міжсортного показника, який становив 6,9 %. У 2024 році середній міжсортний уміст цукрів був вищим, ніж у 2023 році на 0,7 %, але нижчим, ніж у 2025 році на 0,5 %. У 2025 році вказане значення цукрів виявилось найвищим і становило 8,1 %, проте в обидва останні роки досліджень усі сорти жимолості голубої містили цукрів у межах похибки середнього для кожного року. Низька варіабельність (коефіцієнти варіації 5,3–7,3%) умісту цукрів у плодах жимолості голубої за роками досліджень дає підставу вважати, що їхня кількість не сильно змінюється залежно від генотипу сорту (табл. 4.13).

У досліджуваних сортів жимолості голубої спостерігається від'ємна кореляція між середньодобовою температурою повітря періоду їхнього росту та розвитку та вмістом цукрів. Тобто зі зростанням середньодобових температур рівень накопичення цукрів має тенденцію до зниження. Проте сильною кореляція була лише для сортів Алісія ($r = -0,805$), Аврора ($r = -0,782$) та Спокуса ($r = -0,716$). Для зазначених сортів спекотна погода є критичним чинником, що значно гальмує їхню цукристість. Помірним зв'язок кількості цукрів із температурним чинником був у сортів Дует ($r = -0,583$) та Каріна ($r = -0,392$). Саме вони виявилися більш стійкими до температурних коливань, хоча загальна тенденція зберігалася (табл. 4.14).

Позитивну кореляцію чинника зволоження з умістом цукрів встановлено для сортів Спокуса ($r = 0,998$), Аврора ($r = 0,986$) та Каріна ($r = 0,916$), для

перелічених сортів наявність вологи є визначальним чинником цукристості їхніх плодів. Середньої сили встановлений зв'язок ГТК із вмістом цукрів у сорту Дует ($r = 0,648$), слабким він виявився для сорту Алісія ($r = 0,103$), отже останній сорт майже не реагує на зміну режиму зволоження в період росту та розвитку його плодів (табл. 4.14).

Зважаючи на різний уміст сухих розчинних речовин та цукрів за роками вирощування та сортами їхнє співвідношення у плодах жимолості голубої варіювало від 45 % у сорту Спокуса у 2024 році до 62 % у сорту Каріна у 2025 році. В інших сортів із досліджуваної групи відсотковий уміст цукрів до сухих розчинних речовин перебував у межах найменшого значення (48 %) у 2023 році в сортів Дует, Алісія та Аврора. У наступному році частка цукрів у сухих розчинних речовинах була вищою порівняно з попереднім: у сорту Дует – на 8 %, Спокуса – на 11 %, Алісія – на 3 %, Аврора – на 6 %. Загалом найвищий уміст цукрів у складі сухих розчинних речовин у плодах жимолості голубої зафіксований у 2025 році; винятком був сорт Дует, у якого максимальне значення спостерігалось у 2024 році. Зокрема, у 2025 році цей показник становив: у сорту Спокуса – 58 %, Алісія – 60 %, Аврора – 58 % (рис. 4.8).

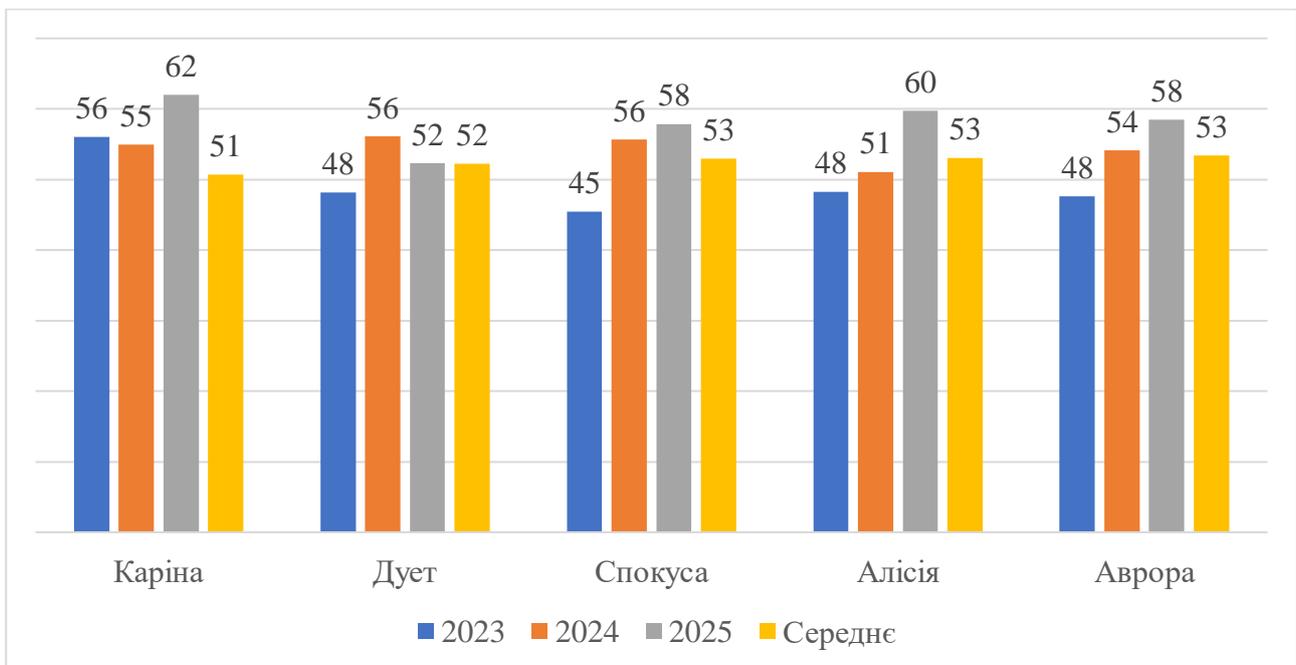


Рис. 4.8. Співвідношення цукрів до сухих розчинних речовин у плодах жимолості голубої, %

Титровані кислоти. Кількість титрованих кислот у плодах досліджуваних сортів жимолості голувої варіювала залежно від генотипу сорту та погодних умов року вирощування. Найбільше їх за середнім показником трирічних досліджень накопичували плоди сорту Алісія (2,06 %), а найменше сорту Дует (1,49 %). У решти сортів уміст титрованих кислот перебував у межах похибки середнього ($1,82 \pm 0,09$). Сорти Каріна, Спокуса, Алісія та Аврора вказаних речовин найбільше накопичували у 2025 році, коли період росту та розвитку їхніх плодів був тривалим, прохолодним та вологим, кількість опадів, яка випала становила 44,9–52,0 мм, а ГТК був понад 1,0 (табл. 4.12, табл. 4.15).

Таблиця 4.15

Уміст титрованих кислот, цукрово-кислотний індекс плодів жимолості голувої, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Титровані кислоти, % на сиру масу			
	2023	2024	2025	середнє \pm SE
Каріна	$1,70 \pm 0,04^{bc}$	$1,90 \pm 0,02^c$	$1,93 \pm 0,04^{ad}$	$1,84 \pm 0,04$
Дует	$1,16 \pm 0,03^{bd}$	$1,52 \pm 0,03^d$	$1,80 \pm 0,03^{ad}$	$1,49 \pm 0,09^d$
Спокуса	$1,50 \pm 0,06^b$	$1,93 \pm 0,06^c$	$2,39 \pm 0,02^{ac}$	$1,94 \pm 0,13$
Алісія	$1,74 \pm 0,03^{bc}$	$2,18 \pm 0,04^{ac}$	$2,25 \pm 0,03^{ac}$	$2,06 \pm 0,08^c$
Аврора	$1,71 \pm 0,04^{dc}$	$1,44 \pm 0,05^{bd}$	$2,19 \pm 0,02^{ac}$	$1,78 \pm 0,11$
Середнє \pm SE	$1,56 \pm 0,01$	$1,80 \pm 0,04$	$2,11 \pm 0,03$	$1,82 \pm 0,09$
Max	$1,74 \pm 0,03$	$2,18 \pm 0,04$	$2,39 \pm 0,02$	$2,06 \pm 0,08$
Min	$1,16 \pm 0,03$	$1,44 \pm 0,05$	$1,80 \pm 0,03$	$1,49 \pm 0,09$
V, %	15,7	17,2	11,5	11,6

Зокрема, у цей рік сорт Каріна містив 1,93 % титрованих кислот, мінімум який спостерігався у 2023 році (1,70 %). Сорт Спокуса містив їх на рівні 2,39 %, що більше, ніж у 2023 році на 0,89 % та ніж у 2024 році на 0,46 %. Уміст титрованих кислот у сортів Алісія та Аврора становив 2,25 і 2,19 відповідно.

Мінімальний уміст титрованих кислот у плодах сорту Алісія, як і у двох попередньо розглянутих сортів, відзначений у 2023 році (1,74 %), тоді як у сорту Аврора – у 2024 році (1,44 %) (табл. 4.15).

Різниця вмісту титрованих кислот між сортами у роки досліджень була істотною. Зокрема, більше середнього вмісту (1,56 %) у 2023 році титрованих кислот містили плодисортів Каріна, Алісія, Аврора, а найменше – сорту Дует; коефіцієнт варіації (15,7 %) свідчить про середню міжсорткову мінливість умісту цих речовин. У 2024 році вказаний коефіцієнт мінливості становив 17,2 %. Більше середнього міжсорткового значення (1,80 %) для цього року титрованих кислот мали сорти Каріна та Алісія, а менше – Спокуса і Аврора. У 2025 році максимум їх накопичували сорти Спокуса, Алісія та Аврора, а мінімум – Каріна і Дует за коефіцієнта варіації менше середнього – 11,5 % (табл. 4.15).

Для більшості сортів жимолості, які досліджували спостерігається зворотна кореляція між середньодобовими температурами повітря та кислотністю. У разі підвищення температур повітря під час досягання ягід інтенсивність їхнього дихання підвищується, що спричиняє більш інтенсивні втрати органічних кислот, як субстрату для дихальних процесів. Отже, чим жаркіший період росту та досягання плодів, тим менш кислими будуть ягоди. Встановлено сильний кореляційний зв'язок умісту титрованих кислот із середньодобовими температурами повітря для сортів Аврора ($r = -0,741$) та Алісія ($r = -0,621$). Вказані сорти виявилися найбільш чутливими до підвищених температур повітря у період їхнього росту та розвитку. Середньої сили кореляційний зв'язок виявлений для сортів Спокуса ($r = -0,538$) і Дует ($r = -0,457$). Слабким він був у сорту Каріна ($r = -0,117$). Уміст кислот у цього сорту майже не залежав від температурного режиму, що свідчить про його генетичну стабільність за цією ознакою (табл. 4.14).

Для жимолості голубої всіх сортів виявлена позитивна кореляція вмісту титрованих кислот із чинником зволоження періоду їхнього росту та розвитку. Це вказує на те, що збільшення кількості опадів, що сприяє підвищенню вологості повітря, спричиняє накопичення титрованих кислот її плодами.

Встановлено дуже сильний зв'язок між ГТК та вмістом титрованих кислот для сортів Алісія ($r = 0,998$), Спокуса ($r = 0,938$) і Каріна ($r = 0,936$). Для цих сортів волога є вирішальним чинником формування хімічного складу, зокрема синтезу титрованих кислот. Сильним кореляційний зв'язок також був між кислотністю плодів сорту Дует ($r = 0,753$) та ГТК, помірним у сорту Аврора ($r = 0,411$), кислотність останнього з перелічених сортів є слабозалежною від рівня опадів у період росту та розвитку плодів (табл. 4.14).

Цукрово-кислотний індекс. Смакові якості плодів жимолості голубої сортів, що вивчали, зважаючи на істотну варіабельність вмісту титрованих кислот та низьку цукрів значною мірою залежить від першої зі згаданих біохімічних складових. За роки досліджень найвищим цукрово-кислотним індексом виділялися сорти Аврора у 2024 році (4,7) та Дует у 2023 році (4,6). Найвищий цукрово-кислотний індекс в обох сортів зафіксований у 2025 році – 3,8 у сорту Аврора та 4,1 у сорту Дует. Саме цього року відповідний період вегетації характеризувався найбільшою тривалістю, найнижчими температурами та підвищеним рівнем зволоження (табл. 4.12, рис. 4.9).

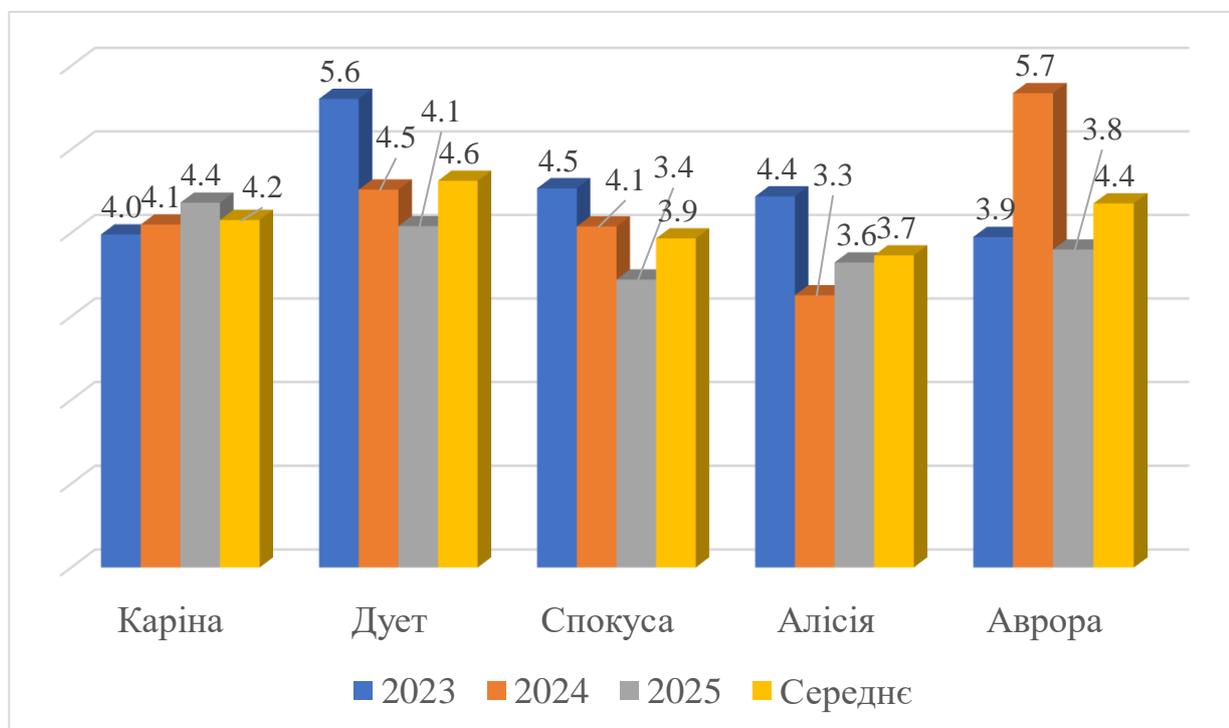


Рис. 4.9. Цукрово-кислотний індекс плодів жимолості голубої, 2023 – 2025 рр.

Найвищою стабільністю смакових якостей плодів на рівні цукрово-кислотного індексу відзначився сорт Каріна з мінімумом 4,0 у 2023 році та максимумом 4,4 у 2025 році, середнє значення за роки досліджень 4,2. Сорти Алісія і Спокуса мали найнижчі цукрово-кислотні показники, що може бути свідченням їхніх посередніх смакових якостей. Середній за роки досліджень цукрово-кислотний індекс у першого із зазначених сортів становив 3,7, а у другого – 3,9. Максимальні значення цього показника відзначені у 2023 році: у сорту Алісія – 4,4, у сорту Спокуса – 4,5. Мінімальні значення ЦКІ зафіксовані в сорту Алісія у 2025 році (3,4), а у сорту Спокуса – у 2024 році (3,3) (рис. 4.9).

Гідропектин. Середній за три роки досліджень уміст розчинної фракції пектинових речовин у плодах жимолості голубої досліджуваних сортів варіював від 0,033 % у сорту Алісія до 0,105 % у сорту Дуєт. Показники, вищі за середнє значення (0,059 %), також відзначені у сорту Аврора (0,072 %), тоді як нижчі, окрім сорту Алісія, – у сорту Каріна (0,043 %). У сортів Каріна, Дуєт, Спокуса, Алісія та Аврора найбільший уміст гідропектину зафіксовано у 2025 році – 0,049; 0,116; 0,056; 0,042 і 0,082 % відповідно, що пов'язано з прохолодними та помірно зволженими умовами періоду росту і розвитку плодів. Натомість істотно нижчі значення (0,033; 0,096; 0,029; 0,026 і 0,065 % відповідно) спостерігалися у попередньому році, коли гідротермічний коефіцієнт становив 1,4, що свідчило про перезволоження цього періоду (табл. 4.16).

Коефіцієнт варіації на рівні 49,6 % міжсорткової різниці вмісту гідропектину в 2023 році є свідченням істотної варіабельності. У цей рік різниця між найбільшим та найменшим умістом розчинного пектину становила 0,073 %, максимум їх накопичував сорт Дуєт (0,104 %), а мінімум – сорт Алісія (0,031 %). Ще більшим коефіцієнт мінливості був у 2024 році – 60,4 %. Істотно більше середнього міжсорткового значення (0,050 %) у цей рік гідропектину мали плоди сортів Аврора (0,065 %) та Дуєт (0,096 %), а менше – Каріна (0,033 %), Спокуса (0,029) та Алісія (0,026 %) (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Уміст гідропектину та протопектину в плодах жимолості голубої, % на сиру масу, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Гідропектин				Протопектин			
	2023	2024	2025	середнє±SE	2023	2024	2025	середнє ± SE
Каріна	0,047 ± 0,003 ^d	0,033 ± 0,002 ^{bd}	0,049 ± 0,002 ^{ad}	0,043 ± 0,003 ^d	0,260 ± 0,003 ^c	0,260 ± 0,003 ^c	0,246 ± 0,003 ^{bc}	0,255 ± 0,003 ^c
Дует	0,104 ± 0,003 ^c	0,096 ± 0,003 ^{bc}	0,116 ± 0,001 ^{ac}	0,105 ± 0,003 ^c	0,235 ± 0,002 ^{ad}	0,186 ± 0,003 ^{bd}	0,202 ± 0,003 ^d	0,207 ± 0,007 ^d
Спокуса	0,047 ± 0,002 ^d	0,029 ± 0,002 ^{bd}	0,056 ± 0,002 ^{ad}	0,044 ± 0,004 ^d	0,174 ± 0,002 ^{ad}	0,162 ± 0,002 ^{bd}	0,170 ± 0,001 ^d	0,169 ± 0,002 ^d
Алісія	0,031 ± 0,001 ^d	0,026 ± 0,002 ^{bd}	0,042 ± 0,001 ^{ad}	0,033 ± 0,002 ^d	0,235 ± 0,001 ^{ac}	0,220 ± 0,003 ^b	0,224 ± 0,002 ^d	0,226 ± 0,003
Аврора	0,070 ± 0,003 ^c	0,065 ± 0,002 ^{bc}	0,082 ± 0,002 ^{ac}	0,072 ± 0,003 ^c	0,306 ± 0,001 ^{ac}	0,234 ± 0,002 ^{bc}	0,247 ± 0,003 ^{bc}	0,262 ± 0,011 ^c
Середнє ± SE	0,060 ± 0,001	0,050 ± 0,002	0,069 ± 0,000	0,059 ± 0,003	0,242 ± 0,001	0,223 ± 0,001	0,218 ± 0,001	0,224 ± 0,003
Max	0,104 ± 0,003	0,096 ± 0,003	0,116 ± 0,001	0,105 ± 0,003	0,306 ± 0,003	0,260 ± 0,003	0,247 ± 0,001	0,255 ± 0,003
Min	0,031 ± 0,001	0,026 ± 0,002	0,042 ± 0,001	0,033 ± 0,002	0,174 ± 0,002	0,162 ± 0,002	0,170 ± 0,001	0,169 ± 0,002
V, %	49,6	60,4	44,1	49,4	19,7	18,3	14,9	16,9

У 2025 році коефіцієнт варіації становив 44,1 %, середній міжсортковий уміст гідропектину – 0,069 %, різниця між максимумом та мінімумом вмісту становила 0,074 % (табл. 4.16).

Протопетин. За середніми даними років досліджень найбільший уміст нерозчинної форми пектинів відзначено у плодах сорту Каріна (0,255 %), тоді як найменший – у сорту Спокуса (0,169 %). Окрім сорту Каріна, уміст протопектину, вищий за середнє значення (0,224 %), зафіксований також у ягодах сорту Аврора (0,262 %). Натомість нижчі за середній показник значення, крім сорту Спокуса, відзначені у плодах сорту Дует (0,207 %). На рівні середнього вмісту його мав сорт Алісія (0,226 %). Істотною за роками вирощування варіабельність протопектину була у всіх досліджуваних сортах, проте чіткої визначеності за роками досліджень не спостерігалось. Сорти Спокуса, Алісія та Аврора найбільший уміст протопектину накопичували у 2023 році – 0,174; 0,235 і 0,306 % відповідно, коли період формування плодів характеризувався теплими та сухими погодними умовами (ГТК 0,1–0,3). Два перших зі згаданих сортів найменше їх містили у 2024 році – 0,186 % (сорт Дует) та 0,162 % (сорт Спокуса). Плоди сорту Аврора мінімальну кількість нерозчинного пектину (0,247 %) накопичували у 2023 році за недостатнього рівня зволоження періоду вегетації від цвітіння до масового досягання його плодів (табл. 4.12, табл. 4.17).

Міжсорткова варіабельність умісту протопектину за роками досліджень була середньою, зокрема у 2023 році – 19,7, у 2024 році – 18,3, у 2025 р. – 14,9 %. Різниця між найбільшим та найменшим умістом протопектину у 2023 році становила 0,132, у 2024 році – 0,098, у 2025 році – 0,077 % (табл. 4.17).

Для всіх досліджуваних сортів жимолості голубої встановлений дуже сильний негативний зв'язок між умістом гідропектину та середньодобовими температурами повітря, коефіцієнти кореляції варіюються від $r = -0,727$ (Спокуса) до $r = -0,995$ (Дует). Це свідчить про те, що чим вищою є середня температура повітря, тим суттєвіше знижується уміст гідропектину в плодах

жимолості голубої. Сорт Дуєт виявився найбільш чутливим до температурного чинника (майже лінійна залежність $r = -0,995$) (табл. 4.17).

Від'ємну середню кореляцію між умістом гідропектину та гідротермічним коефіцієнтом встановлено для сорту Каріна ($r = -0,623$). Негативною слабкою кореляція також була й для сортів Дуєт та Спокуса – коефіцієнти нижче 0,300. Позитивну середньої сили кореляцію виявлено між умістом гідропектину та рівнем зволоження періоду росту та розвитку плодів сортів Алісія ($r = -0,364$) та Аврора ($r = -0,474$) (табл. 4.18).

Таблиця 4.18

Кореляційна залежність умісту гідропектину, протопектину та загальної кількості пектинових речовин від метеочинників періоду росту та розвитку плодів

Сорти	Гідропектин		Протопектин		Загальна кількість пектинів	
	середньо-добові t °C	ГТК	середньо-добові t °C	ГТК	середньо-добові t °C	ГТК
Каріна	-0,909	-0,623	0,877	-0,254	-0,089	-0,988
Дуєт	-0,995	-0,144	-0,303	-0,998	-0,611	-0,916
Спокуса	-0,727	-0,018	-0,164	-0,619	-0,581	-0,210
Алісія	-0,934	0,364	0,290	-0,903	-0,440	-0,368
Аврора	-0,840	0,474	0,590	-0,906	0,398	-0,791

Протопектинова складова плодів сорту Каріна демонструє сильний позитивний зв'язок ($r = 0,877$) із середньодобовими температурами повітря періоду росту та розвитку її плодів, тобто, чим вища температура, тим більше протопектину накопичується. Сорти Алісія ($r = 0,290$) та Аврора ($r = 0,590$) мають помірну позитивну залежність, проте для першого зі згаданих сортів вона слабка, а другого середня. Слабку від'ємну кореляцію встановлено для сортів Дуєт ($r = -0,303$) та Спокуса ($r = -0,164$) (табл. 4.18).

Для всіх без винятку досліджуваних сортів жимолості голубої встановлено негативну кореляцію вмісту протопектину від рівня зволоження періоду росту та розвитку їхніх плодів. Високою кореляція була у сортів Дуєт ($r = -0,998$),

Алісія ($r = -0,903$) та Аврора ($r = -0,906$). Це свідчить про те, що велика кількість опадів (високий ГТК) блокує синтез протопектину, що негативно впливає на твердість плодів (табл. 4.18).

Загальна кількість пектинів. Найбільший сумарний уміст гідропектину та протопектину відзначено у сорту Аврора (0,335 %). Вищими за середній міжсортівий показник за три роки досліджень були також значення у сортів Дует (0,312 %) і Каріна (0,289 %), що перевищувало середній рівень на 0,051; 0,014 і 0,028 % відповідно. Нижче середнього загальна кількість пектинів виявилася у сортів Дует та Алісія (0,213 і 0,259 % відповідно), що менше, ніж вказаний середній показник на 0,053 і 0,025 % відповідно (табл. 4.20).

Таблиця 4.20

Уміст загальної кількості пектинів у плодах жимолості голубої, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Загальна кількість пектину, % на сиру масу			
	2023	2024	2025	середнє \pm SE
Каріна	0,307 \pm 0,003 ^{ac}	0,293 \pm 0,001 ^{bc}	0,295 \pm 0,001 ^d	0,298 \pm 0,002 ^c
Дует	0,338 \pm 0,001 ^{ac}	0,281 \pm 0,004 ^b	0,318 \pm 0,002 ^c	0,312 \pm 0,008 ^c
Спокуса	0,222 \pm 0,001 ^{ad}	0,191 \pm 0,004 ^{bd}	0,226 \pm 0,002 ^{ad}	0,213 \pm 0,006 ^d
Алісія	0,267 \pm 0,001 ^{ad}	0,246 \pm 0,004 ^{bd}	0,266 \pm 0,003 ^d	0,259 \pm 0,004 ^d
Аврора	0,376 \pm 0,004 ^{ac}	0,299 \pm 0,004 ^{bc}	0,329 \pm 0,004 ^c	0,335 \pm 0,011 ^c
<i>Середнє \pm SE</i>	<i>0,302 \pm 0,001^a</i>	<i>0,262 \pm 0,001^b</i>	<i>0,287 \pm 0,001</i>	<i>0,284 \pm 0,006</i>
<i>Max</i>	0,338 \pm 0,003	0,299 \pm 0,004	0,329 \pm 0,004	0,335 \pm 0,014
<i>Min</i>	0,222 \pm 0,001	0,191 \pm 0,004	0,226 \pm 0,002	0,213 \pm 0,017
V, %	20,0	17,1	14,5	16,9

Істотною мінливістю загальних пектинів за роками досліджень відзначилися всі без винятку досліджувані сорти. Водночас найвищим уміст вказаних речовин у плодах всіх досліджуваних сортів був у 2023 році. Понад середній для цього року вміст їх накопичували ягоди сортів Дует (0,338 %), Аврора (0,376 %) та Каріна (0,307 %), а менше – Алісія (0,267 %) та Спокуса (0,222 %). Окрім цього останній зі згаданих сортів значну кількість пектинових речовин (0,226 %) мав й у 2025 році. Мінімум досліджуваної речовини сорти

жимолості голубої накопичували у 2024 році, максимум їх у цей рік мали плоди сортів Каріна (0,293 %), Дуєт (0,281 %) та Аврора (0,299 %), а мінімум – Спокуса та Алісія (0,191 і 0,246 % відповідно) (табл. 4.20).

Кореляційний аналіз залежності вмісту пектинових речовин у жимолості голубої встановив, що його зв'язок із середньодобовими температурами повітря та гідротермічним коефіцієнтом періоду росту та розвитку плодів є негативним. Для більшості сортів підвищення середньодобових температур призводить до зменшення вмісту пектинів, різна доля впливу свідчить про їхню різну генетичну стійкість до тепла: коефіцієнти кореляції встановлені для сортів Дуєт ($r = -0,611$) та Спокуса ($r = -0,581$) підтверджують від'ємну залежність середнього рівня. Це свідчить про те, що спекотна погода суттєво гальмує накопичення пектину в їхніх плодах. Сорт Каріна ($r = -0,089$) практично не реагує на зміну температури, тобто вміст пектинів у його плодах є стабільним і малозалежним від коливань погоди. Позитивна слабка кореляція була встановлена лише для одного з досліджуваних сортів Аврора ($r = -0,398$). Для нього підвищення температури, навпаки, сприяє синтезу пектинових речовин (табл. 4.18).

Вплив рівня зволоження на вміст пектинових речовин у плодах жимолості голубої є сильнішим, ніж температурного режиму. Критичну від'ємну залежність встановлено для сортів Каріна ($r = -0,988$) та Дуєт ($r = -0,916$), що є свідченням того, що надлишок опадів у період дозрівання різко знижує концентрацію пектину (можливо, через «розбавлення» клітинного соку або зміну метаболізму). Найменш залежним сортом від рівня зволоження є Спокуса ($r = -0,210$), що робить його генетично стійким за вмістом пектину (табл. 4.18).

4.2.2. Вплив температурного режиму та рівня опадів на біохімічні показники плодів жимолості голубої

За середніми даними трирічних досліджень уміст вітаміну С у плодах жимолості голубої варіював від 25,3 мг/100 г у сорту Каріна до 35,2 мг/100 г у

сорту Алісія. Менше середньої кількості (30,5 мг/100г), окрім сорту Каріна, аскорбінової кислоти накопичував сорт Аврора (27,9 мг/100 г), на рівні середнього – сорти Дуєт і Спокуса (32,9 та 32,1 мг/100 г відповідно) (табл. 4.19).

Найбільш варіабельною за роками досліджень виявилася кількість вітаміну С у плодах сортів Дуєт та Спокуса. Згадані сорти максимальну кількість вказаного вітаміну накопичували у 2025 році, коли період їхнього росту та розвитку був прохолодним, середньодобові температури повітря становили 10,2 °С, а рівень зволоження дорівнював 1,1–1,2 (див. табл. 4.12). У цей рік плоди сорту Дуєт містили 35,0 мг/100 г вітаміну С, що на 1,4 мг більше, ніж у попередній та на 8,6 мг, ніж у 2023 році. Кількість його в сорту Спокуса становила 36,9 мг/100 г, що більше, ніж у 2024 році на 3,3 мг та ніж у 2023 році на 8,6 мг. Окрім згаданих сортів у 2025 році більше, ніж в інші роки вітаміну С містили плоди сортів Каріна та Алісія (28,0 і 37,6 мг/100 г відповідно), проте різниця у вмісті між роками була неістотною. Сорт Аврора з-поміж інших досліджуваних сортів виділявся стабільністю вмісту вітаміну С, його коливання за роками досліджень перебувало у межах похибки, 27,6–28,3 мг/100 г (табл. 4.19).

Сортова різниця кількості аскорбінової кислоти у плодах жимолості голубої в роки досліджень перебувала на рівні середньої неодномірності, що підтверджено коефіцієнтами варіації 12,9–15,0 %. Істотно вищим умістом вітаміну С у 2023 та 2025 роках виділився сорт Алісія (36,4 та 37,6 мг/100 г), що вище ніж середні міжсортіві показники (29,6 і 33,0 мг/100 г) у ці роки на 6,8 та 4,6 мг відповідно. У 2024 році максимум (33,6 мг/100 г) аскорбінової кислоти містили ягоди сорту Спокуса, це вище, ніж середнє міжсортівє значення (28,9 мг/100 г) у цей рік на 4,7 мг. Мінімальним, в порівнянні із середнім, у всі роки досліджень був уміст вітаміну С у плодах сорту Каріна (табл. 4.19).

Таблиця 4.19

Уміст вітаміну С та поліфенолів у плодах жимолості голубої, мг/100 г на сиру масу, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Вітамін С				Поліфеноли			
	2023	2024	2025	середнє ± SE	2023	2024	2025	середнє ± SE
Каріна	24,3 ± 1,2 ^d	23,7 ± 1,3 ^d	28,0 ± 1,7 ^d	25,3 ± 1,0 ^d	871 ± 46	1043 ± 18 ^a	683 ± 42 ^b	866 ± 55
Дует	30,6 ± 1,9	28,1 ± 1,0 ^b	35,0 ± 1,1 ^{ac}	31,2 ± 1,2	746 ± 40	802 ± 25	992 ± 20	847 ± 40
Спокуса	28,3 ± 1,2 ^b	33,6 ± 1,4 ^c	36,9 ± 0,9 ^{ac}	32,9 ± 1,4	1175 ± 27 ^a	724 ± 14 ^b	1006 ± 28	968 ± 67
Алісія	36,4 ± 1,2 ^c	31,7 ± 1,3	37,6 ± 1,2 ^{ac}	35,2 ± 1,1 ^c	957 ± 22	728 ± 29 ^b	992 ± 20 ^a	892 ± 43
Аврора	28,3 ± 1,1	27,6 ± 1,1	27,7 ± 1,3 ^d	27,9 ± 0,6 ^d	872 ± 42	892 ± 21	870 ± 19	878 ± 15
<i>Середнє±SE</i>	29,6 ± 1,7	28,9 ± 0,6	33,0 ± 0,9	30,5 ± 0,8	924 ± 35	838 ± 6	908 ± 6	890 ± 15
<i>Max</i>	36,4 ± 1,2	33,6 ± 1,4	37,6 ± 1,0	35,2 ± 1,1	1175 ± 27	1043 ± 18	1006 ± 28	968 ± 67
<i>Min</i>	24,3 ± 1,2	23,7 ± 1,3	28,0 ± 1,7	25,3 ± 1,0	746 ± 4	724 ± 14	683 ± 42	847 ± 40
V, %	15,0	13,3	14,6	12,9	17,0	16,0	15,2	5,3

У результаті проведеного статистичного аналізу встановлено сильну непряму кореляційну залежність накопичення аскорбінової кислоти у плодах жимолості голубої від середньодобових температур повітря періоду вегетації від цвітіння до їхнього масового досягання. Зокрема, сильною негативною кореляція була для сортів Дует ($r = -0,991$), Каріна ($r = -0,935$), та Спокуса ($r = -0,808$). Отримані коефіцієнти свідчать про те, що висока температура в період росту та розвитку плодів негативно впливає на синтез вітаміну С плодами перелічених сортів. Найчутливішим до температурного чинника виявився сорт Дует. Середня від'ємна кореляція встановлена для сорту Алісія ($r = -0,638$). Прямою середньою кореляцію була для сорту Аврора ($r = 0,574$), це єдиний сорт із досліджуваних який позитивно відреагував на підвищення температури (табл. 4.20).

Таблиця 4.20

Кореляційна залежність умісту біологічно активних речовин у плодах жимолості голубої від метеопказників періоду їхнього росту та розвитку

Сорти	Вітамін С		Поліфеноли	
	середньодобові t °C	ГТК	середньодобові t °C	ГТК
Каріна	-0,935	0,118	0,999	0,240
Дует	-0,991	-0,109	-0,753	0,457
Спокуса	-0,808	0,980	-0,117	-0,656
Алісія	-0,638	-0,139	-0,583	-0,209
Аврора	0,574	-0,897	0,322	0,173
	Флаваноїди		Антоціани	
	середньодобові t °C	ГТК	середньодобові t °C	ГТК
Каріна	-0,544	-0,946	0,495	-0,723
Дует	-0,295	-0,999	-0,938	-0,562
Спокуса	0,245	-0,882	-0,261	-0,538
Алісія	0,474	-0,970	0,227	-0,873
Аврора	0,011	-0,491	0,999	-0,881

Із рівнем зволоження періоду росту та розвитку плодів та вмістом в них вітаміну С встановлена сильна функціональна позитивна залежність для сорту Спокуса ($r = 0,980$). Тобто, накопичення, а в кінцевому результаті й уміст аскорбінової кислоти в його плодах істотно залежать від рівня зволоження вказаного періоду. Сильна від'ємна залежність знайдена для сорту Аврора ($r = -0,897$) і він негативно реагує на надлишок вологи. У поєднанні з позитивною реакцією на тепло, це свідчить про те, що сорт Аврора – найбільш посухостійкий та теплолюбивий сорт із досліджуваних. Сорти Каріна, Дует та Алісія відзначаються тим, що вміст вітаміну С у їхніх плодах не залежить від рівня зволоження в період вегетації від цвітіння до масового досягання (табл. 4.20).

Істотної різниці в кількості поліфенольних речовин у плодах жимолості голубої сортів, що досліджували, за середніми трирічними даними не встановлено. Проте, більше середнього (890 мг/100 г), для цієї групи сортів умісту поліфенолів містили плоди сортів Алісія та Спокуса (892 і 968 мг/100 г), а менше – Каріна, Дует та Аврора (866, 847 і 878 відповідно) (табл. 4.21).

Погодні умови років вирощування по-різному впливали на показники вмісту поліфенольних речовин у плодах жимолості голубої. Зокрема, ягоди сорту Спокуса значно більше (1175 мг/100 г) зазначених речовин накопичували у 2023 році, коли було сухо та тепло в період їхнього росту та розвитку, середньодобові температури повітря становили 13,7 °С, а ГТК дорівнював 0,2. Найбільший уміст поліфенолів у сорту Каріна (1043 мг/100 г) відзначено у 2024 році за теплих і надмірно вологих умов (ГТК – 1,4), тоді як у сорту Алісія максимум цього показника спостерігався у 2025 році за прохолодної та помірно вологої погоди (ГТК – 1,1) (табл. 4.12, табл. 4.22).

За середнім міжсортним показником максимальний рівень накопичення поліфенольних речовин у плодах жимолості голубої зафіксовано у 2023 році (1175 мг/100 г), що перевищує вміст 2024 та 2025 років на 132 мг/100 г та 169 мг/100 г відповідно. Коефіцієнти варіації умісту поліфенолів за роками досліджень становили 15,2–17,0 %, що свідчить про значну неоднорідність цієї

біоактивної складової у плодах досліджуваних сортів та її істотну залежність від їхніх генетичних особливостей (табл. 4.22).

Кореляційний аналіз встановив сильну пряму залежність умісту поліфенольних речовин у сорту Каріна ($r = 0,999$), тобто підвищення температури повітря в період росту та розвитку плодів є критично важливим чинником для накопичення зазначених фіторечовин. Для сорту Дуєт ($r = -0,295$) виявлений слабкий зворотний зв'язок. Підвищення температури повітря, навпаки, пригнічує синтез поліфенольних сполук у зазначеного сорту. Він краще накопичує антиоксиданти в умовах помірного тепла. Сорт Алісія ($r = -0,583$) мав помірний зворотний зв'язок, Аврора ($r = 0,322$) та Спокуса ($r = -0,117$) – слабкий, що свідчить про генетичну стабільність умісту поліфенолів незалежно від температурних коливань (табл. 4.20).

Для досліджуваної групи сортів вплив рівня зволоження у період росту та розвитку плодів є менш істотним порівняно з температурним чинником. Зокрема, для сорту Спокуса ($r = -0,656$) встановлений середній зворотний зв'язок між кількістю поліфенолів та гідротермічним коефіцієнтом зазначеного періоду. Це свідчить про те, що в умовах дефіциту вологи (низький ГТК) рослина відчуває стрес, який стимулює синтез поліфенолів як захисну реакцію. Сорт Дуєт ($r = 0,457$) мав помірний прямий зв'язок, тобто достатнє зволоження сприяє накопиченню його плодами поліфенольних речовин. Для сортів Каріна, Аврора та Алісія ($r < 0,3$) залежність від рівня зволоження періоду росту та розвитку плодів (ГТК) була слабкою, що вказує на низький вплив цього метеопказника на синтез біокомпонентного їхнього складу (табл. 4.20).

Флаваноїди, які містилися в значній кількості у плодах жимолості голубої, варіювали від 159 (Каріна) до 192 мг/100 г (Спокуса) із середнім за три роки міжсортним умістом (180 мг/100 г). Низьке значення коефіцієнта варіації ($V = 8,0\%$) середнього вмісту поліфенольних речовин за три роки досліджень свідчить про слабку міжсортну мінливість цих фіторечовин. Проте за роками досліджень встановлено істотну міжсортну варіабельність флаваноїдів, коефіцієнти варіації 16,8–28,0%. У 2023 році найбільший уміст флаваноїдів

відзначений у плодах більшості досліджуваних сортів; винятком був сорт Спокуса, у якого цей показник (210 мг/100 г) істотно не відрізнявся від середнього міжсортного значення для цього року (226 мг/100 г) (табл. 4.23). Найменше флавоноїдів жимолость голуба накопичувала у 2024 році, коли період росту та розвитку її плодів був теплим, сума активних температур 10 °С та вище становила 360,0-557,5 °С та в міру зволоженням, кількість опадів дорівнювала 44,9–52,0 мм. У цей рік уміст флавоноїдів у плодах досліджуваних сортів був нижчим на 86 мг/100 г порівняно з попереднім роком і на 35 мг/100 г – порівняно з 2025 роком. Значення показника становили: у сорту Каріна – 138 мг/100 г, Дует – 120, Спокуса – 178, Алісія – 139 та Аврора – 119 мг/100 г, що було нижче відповідних значень 2023 та 2025 років (табл. 4.23).

Кореляційний аналіз встановив сильну та дуже сильну від'ємну кореляцію для більшості сортів жимолості голубої умісту флавоноїдів із гідротермічним коефіцієнтом періоду росту та розвитку плодів. Зокрема, для сортів Каріна, Дует Алісія та Спокуса коефіцієнти кореляції становили $r = -0,946$; $-0,999$; $-0,971$ і $-0,882$. Для перших трьох сортів показники були близькими до одиниці, що означає, що чим вищий гідротермічний коефіцієнт періоду вегетації від цвітіння до досягання плодів, тим менше флавоноїдів накопичують плоди. Для сорту Аврора ($r = -0,491$) встановлена помірна негативна залежність. Порівняно з іншими сортами він виявився найменш чутливим до рівня зволоження вказаного періоду. Зважаючи на знайдені залежності, можна припустити, що надмірне зволоження або прохолодна дощова погода пригнічують синтез флавоноїдів плодами жимолості голубої сортів, що вивчали. Найвищий уміст цих речовин очікується в умовах помірного водного дефіциту. Істотної залежності вмісту флавоноїдів від температурного чинника не встановлено для жодного з досліджуваних сортів, середньої сили від'ємною вона була для сортів Каріна та Дует, а позитивною – для сорту Алісія, коефіцієнти парної кореляції становили $r = -0,544$; $0,381$ та $0,474$ відповідно (табл. 4.23).

Таблиця 4.23

Уміст флаванолідів та антоціанів у плодах жимолості голувої, мг/100 г на сирій масу, 2023 – 2025 рр.

Сорти	Флаваноліди				Антоціани			
	2023	2024	2025	середнє ± SE	2023	2024	2025	середнє ± SE
Каріна	183 ± 14 ^d	138 ± 15	161 ± 22	159 ± 11	157 ± 10	146 ± 5 ^c	137 ± 5 ^c	147 ± 5 ^c
Дует	281 ± 19 ^{ac}	120 ± 14 ^{bd}	172 ± 16	191 ± 25	131 ± 6 ^d	117 ± 8 ^b	135 ± 6 ^c	128 ± 9
Спокуси	210 ± 21	178 ± 13 ^c	188 ± 16	192 ± 10	146 ± 8 ^a	104 ± 9 ^{bd}	136 ± 5 ^c	129 ± 7
Алісія	222 ± 13 ^a	139 ± 20	144 ± 14	169 ± 15	147 ± 8 ^a	112 ± 5 ^{bd}	123 ± 8	128 ± 6
Аврора	238 ± 22 ^a	119 ± 18 ^b	207 ± 13 ^c	188 ± 20	155 ± 9 ^a	148 ± 9 ^c	133 ± 7	128 ± 12
Середнє ± SE	226 ± 18 ^a	139 ± 16 ^b	174 ± 16	180 ± 14	147 ± 8	125 ± 3 ^b	133 ± 6	135 ± 5
Мах	281 ± 19	178 ± 13	207 ± 13	192 ± 10	157 ± 10	148 ± 9	137 ± 5	147 ± 5
Мін	183 ± 14	98 ± 17	144 ± 14	161 ± 11	131 ± 6	104 ± 9	123 ± 8	128 ± 6
V, %	16,8	17,0	28,0	8,0	6,8	16,0	10,0	7,3

Антоціанова складова жимолості голубої сильно реагувала на зміни погоди в період росту та розвитку плодів, про що свідчить істотна різниця їхнього вмісту за роками досліджень. Зокрема, найбільше (147 мг/100 г середнє міжсортове значення) антоціанів ягоди жимолості голубої накопичували у 2023 році, коли ГТК вказаного періоду становив 0,1–0,4, що свідчить про недостатній рівень його зволоження. Проте у вказаний рік уміст антоціанів у більшості сортів перебував в межах похибки середнього значення за виключенням сорту Дует, де кількість зазначених біоречовин була істотно меншою середнього і становила 131 мг/100 г. У 2024 році коливання вмісту за сортами було більш істотним. Зокрема, у цей рік найбільший уміст антоціанів відзначений у ягодах сортів Каріна (146 мг/100 г) та Аврора (148 мг/100 г). У решти сортів – Дует, Спокуса та Алісія – цей показник був нижчим за середнє значення (табл. 4.23).

Прохолодний та в міру зволожений період вегетації від цвітіння до досягання плодів 2025 року був найменш сприятливим для синтезу антоціанових речовин жимолостю голубою сортів Каріна та Аврора. У зазначених сортів уміст цих речовин був нижчим порівняно з попереднім роком на 9 та 15 мг відповідно, а відносно 2023 року – на 20 і 22 мг відповідно. За середніми даними років досліджень уміст антоціанів у плодах жимолості голубої характеризувався низькою варіабельністю в межах сортів (коефіцієнт варіації – 7,3 %), однак істотно залежав від погодних умов року вирощування ($V = 6,8–16\%$) (табл. 4.23).

Кореляційний аналіз встановив наявність різнобічних і переважно сильних кореляційних зв'язків між умістом антоціанів у плодах жимолості голубої та метеорологічними показниками. Виявлено, що дія температурного чинника на різні сорти неоднакова, що вказує на генетичну специфічність реакції рослин. Сильною позитивна кореляція температурного чинника і вмісту антоціанів була в сорту Аврора ($r = 0,999$), що демонструє майже функціональну залежність. Тобто, чим вища температура повітря в період росту та розвитку плодів, тим інтенсивніше накопичуються в них антоціани. Для сорту Каріна (0,495) також

встановлений позитивний, але помірний зв'язок. У сорту Дует спостерігалася сильна негативна кореляція (-0,938), підвищення температури повітря, навпаки, пригнічує синтез пігментів. Для інших сортів з досліджуваної групи кореляція з температурним чинником була слабкою (табл. 4.20).

Залежність накопичення та вмісту антоціанів у досліджуваних сортах жимолості голубої від гідротермічного коефіцієнту періоду росту та розвитку плодів була зворотньою, але не для всіх тісною. Найсильніша залежність встановлена для сортів Аврора ($r = -0,881$), Алісія ($r = -0,873$) та Каріна ($r = -0,723$), для сортів Дует і Спокуса вона була середньою ($r = -0,562$ і $-0,538$ відповідно). Саме такі залежності дають підставу вважати, що чим вищий рівень зволоження періоду їхнього росту та розвитку, тим менше антоціанів накопичується в плодах. Найкращі умови для високої концентрації пігментів – це помірно посушливі умови (низький ГТК) (табл. 4.20).

Висновки до підрозділу 4.2

Встановлено, що для масового досягання плодів жимолості голубої необхідна сума активних температур $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище у діапазоні: $310,0\text{--}406,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ для ранніх сортів, $429,3\text{--}501,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для середніх та $430,5\text{--}512,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ – для пізніх за тривалості періоду 30–61 доба залежно від метеорологічних умов. Уміст сухих розчинних речовин і цукрів визначено як гомеостатичну ознаку культури. Кислотність плодів демонструє сильний прямий кореляційний зв'язок із рівнем зволоження ($r = 0,753\text{--}0,998$), тоді як найвищий цукрово-кислотний індекс зафіксований за дефіциту опадів (8,4–9,1 мм).

Уміст пектинових речовин має зворотну залежність від погодних чинників: гідропектин корелює з температурним чинником, а протопектин – із гідротермічним коефіцієнтом. Сорт Алісія відзначився стабільно високим умістом вітаміну С (37,6 мг/100 г), тоді як в інших сортів цей показник суттєво залежав від температури ($r > -0,900$). Поліфенольний комплекс варіював від 847 мг/100 г (Дует) до 968 мг/100 г (Спокуса); сорт Аврора виявив генетичну стабільність за цим показником (870–892 мг/100 г). Середня кількість

флавоноїдів та антоціанів становила 180 та 135 мг/100 г відповідно, зі зворотною кореляцією до ГТК. Низькі коефіцієнти варіації вітаміну С ($V = 10,7\%$), поліфенолів ($V = 5,3\%$), флавоноїдів ($V = 8,0\%$) та антоціанів ($V = 7,3\%$) підтверджують високу стабільність біохімічного складу досліджуваних сортів.

РОЗДІЛ 5. ПРИДАТНІСТЬ ПЛОДІВ СУНИЦІ САДОВОЇ І ЖИМОЛОСТІ ГОЛУБОЇ ДЛЯ СУШІННЯ ТА СУБЛІМУВАННЯ

5.1. Збереження показників якості плодів суниці за різних методів сушіння: конвективного та сублімаційного

Основним показником придатності плодів для перероблення, а саме виготовлення субліматів та сухофруктів, є вихід готового продукту. Під час виготовлення субліматів плоди суниці ліофілізували до вмісту вологи в готовому продукті – $3,0 \pm 0,2$ %, а сухофруктів до – $14,9 \pm 0,2$ %. Уміст сухих розчинних речовин у сировині варіював від 6,0 (сорт Презент) до 8,4 % (сорт Флоренс). У решти сортів суниці кількість СРР була в межах відхилення середнього ($7,3 \pm 0,8$ %) (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Вихід готової продукції суниці садової за різних способів зневоднення (сублімаційного та конвекційного)

Сорти	Сухі розчинні речовини, % на сиру масу	Кінцева вологість, %		Вихід готового, г/кг сировини	
		субліматів	сушених плодів	субліматів	сушених плодів
Ольвія	7,6	3,0	14,8	78,4	89,2
Веселка	6,6	2,8	14,7	67,9	77,4
Геркулес	6,9	3,2	15,0	71,3	81,2
Презент	6,0 ^b	3,2	14,7	62,0 ^b	70,6 ^b
Вайбрант	7,8	3,0	15,0	80,4	91,8
Атлантида	7,5	2,9	15,0	77,3	88,2
Флоренс	8,4 ^a	2,8	15,1	86,6 ^a	98,8 ^a
Середнє \pm SV	$7,3 \pm 0,8$	$3,0 \pm 0,2$	$14,9 \pm 0,2$	$74,8 \pm 8,3$	$85,3 \pm 9,5$

Після сублімування та сушіння найвищий вихід готового продукту з 1 кг сировини було отримано в сорту Флоренс (86,6 і 98,8 г відповідно), а найменший – у сорту Презент (62,0 і 70,6 г відповідно). У решти сортів вихід

готового продукту як субліматів, так і сушених плодів був у межах відхилення від середнього – $74,8 \pm 8,3$ та $85,3 \pm 9,5$ г відповідно.

На основі даних, що містить таблиця, був проведений аналіз кореляційного зв'язку між умістом сухої речовини та виходом готової продукції, а саме сублімату та сушених ягід, для сортів суниці, які досліджували. Встановлена лінійну залежність, тобто, чим вищий показник СРР у свіжих плодах, тим більшим є вихід готового продукту. Зокрема, найвищий уміст сухої речовини та вихід сушеної продукції був у сорту Флоренс (СРР – 8,4 %, вихід сублімату – 86,6 г, сушених плодів – 98,8 г). І навпаки, найнижчий уміст сухої речовини та вихід продукції спостерігався у сорту Презент (СРР – 6,0 %, вихід сублімату – 62,0 г, сушених плодів – 70,6 г).

Для визначення зв'язку між умістом сухих розчинних речовин і виходом субліматів і сухофруктів був використаний коефіцієнт кореляції Пірсона (r). Розрахунки показують, що між зазначеними показниками існує функціональний позитивний зв'язок ($r = 1,0$).

1. Для субліматів рівняння виглядає так:

$$y = 1,0032x - 0,11,$$

де x – уміст СРР,

y – вихід сублімату.

2. Для сушених ягід:

$$y = 1,173x - 0,001,$$

де x – уміст СРР,

y – вихід сушених ягід.

Маючи дані рівняння та знаючи вміст сухих розчинних речовин у сировині можна розрахувати кількість готового продукту: як субліматів, так і сушених плодів суниці.

Дослідження сенсорних показників якості за такими основними характеристиками як смак, забарвлення та зовнішній вигляд дали можливість виділи сорти суниці садової, плоди яких є найбільш придатними для сушіння й сублімування. Зокрема, органолептична оцінка смаку показала, що плоди всіх

досліджуваних сортів суниці садової після сублімаційного сушіння отримали вищі бали порівняно з плодами, висушеними конвективним способом. Значення показника варіювали від 4,5 бали (сорт Вайбрант і Атлантида) до 4,9 бали (Презент і Флоренс), із проміжними значеннями 4,6 (Геркулес), 4,7 (Веселка) та 4,8 бали (Ольвія). Проте плоди, які були перероблені способом конвективного сушіння, мали набагато гірший смак, особливо сильно відчувалася кислота. Підтвердженням цього є результати дегустаційної оцінки: найвищий бал за смакові якості отримали сушені плоди сорту Вайбрант (4,0), тоді як у решти сортів цей показник був нижчим (рис. 5.1).

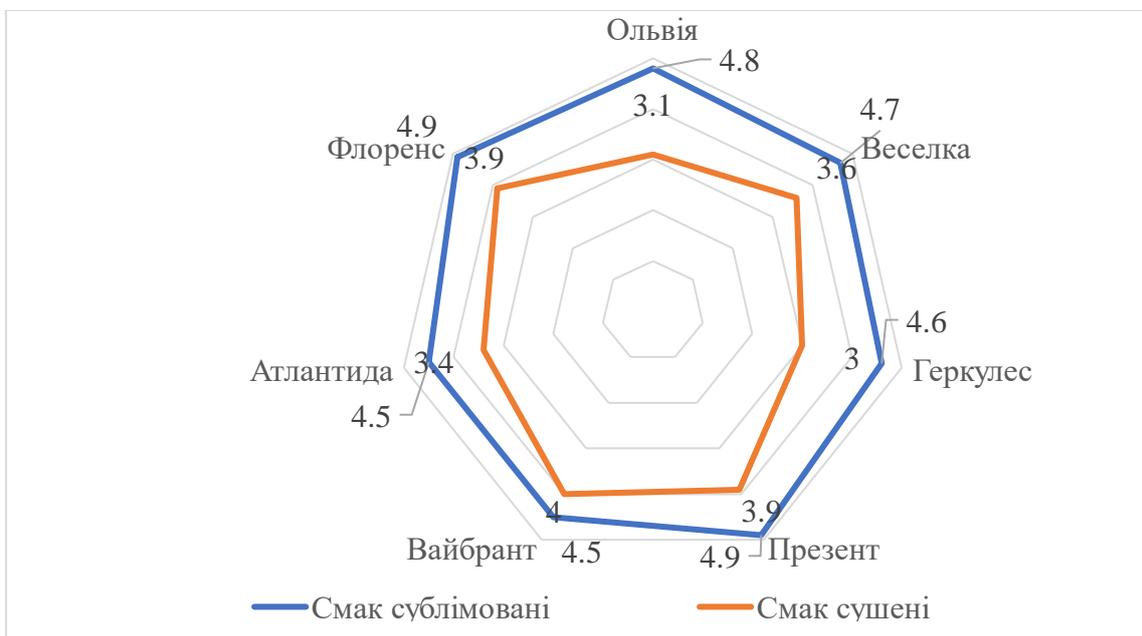


Рис. 5.1. Смакові якості сублімованих та сушених плодів суниці садової

Смак сублімованих ягід сортів Презент і Флоренс був оцінений у 3,9; Веселки – у 3,6; Атлантиди – 3,4; Ольвії – 3,1 бали; найнижчий бал отримали сушені ягоди Геркулеса (3,0 бали) (рис. 5.1).

Основною складовою якості термічно оброблених плодів продукції є органолептичні показники, а саме забарвлення, яке в процесі сублімування у деяких сортів змінювалося істотно. Найменшу оцінку (3,0 і 3,2 бали) за забарвлення дістали сорти Презент та Веселка. Плоди зазначених сортів після сублімування відзначалися тьмяним кольором із білуватим відтінком. На рівні

4 балів було оцінено забарвлення сублімованих ягід сорту Геркулес. Члени дегустаційної комісії зауважили, що плоди сорту Геркулес не мали відповідного блиску, характерного для сублімованої суниці. Найвищі бали за забарвлення отримали сорти Ольвія, Вайбрант (по 4,6) і Флоренс (4,8) (рис. 5.2).

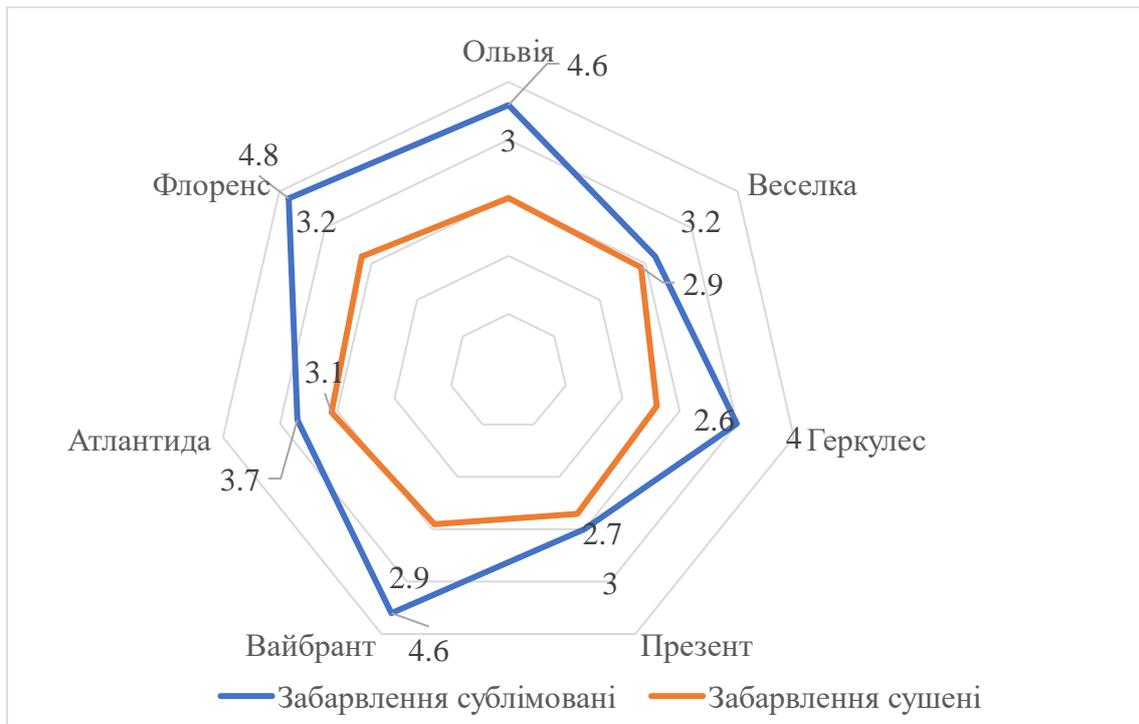


Рис. 5.2. Забарвлення сублімованих та сушених плодів суниці садової

Сушена суниця мала тьмяне, буро-коричневе забарвлення, яке було оцінене від 2,6 (сорт Геркулес) до 3,2 балів (сорт Флоренс). Вище 3,0 балів за забарвлення дістали плоди сорту Атлантида (3,1) у решти оцінка виявилася нижчою, а саме: 2,7 – у сорту Презент і по 2,9 бали – сорти Веселка і Вайбрант (рис. 5.2).

Забарвлення, а також наявність зморшкуватості та розтріскування сублімованих та сушених плодів характеризують їхній зовнішній вигляд, від якого залежить реалізаційний потенціал продукції. Порівняння зовнішнього вигляду субліматів та сушених ягід суниці виявило істотно відмінність у їхній якості. Найвищий бал за зовнішній вигляд дістала сублімована суниця сортів Ольвія (4,9), Атлантида (4,8) та Флоренс (4,4 бали). Плоди перелічених сортів

тримали цілісну форму, не мали ознак розтріскування та зморшкуватості (рис. 5.3). Ягоди сортів Ольвія, Атлантида та Флоренс у рік сублімування мали масу 10,7; 10,6 та 12,8 г відповідно. Маса ягід інших досліджуваних сортів варіювала від 13,2 г (сорт Геркулес) до 14,9 г (сорт Презент) (див. табл. 3.9).

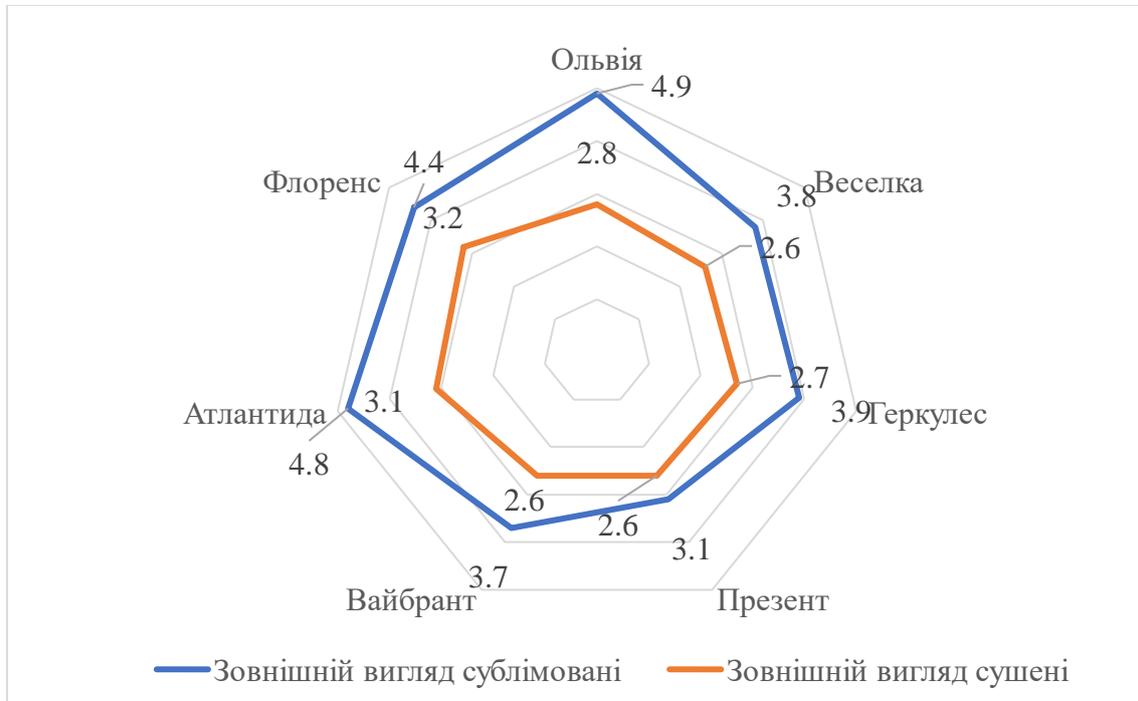


Рис. 5.3. Зовнішній вигляд сублімованих та сушених плодів суниці садової

Плоди цих сортів потребували тривалішого часу ліофілізації, або розрізання ягід навпіл. Оцінка зовнішнього вигляду цілісних сублімованих плодів останніх із зазначених сортів була нижчою порівняно з плодами меншої маси, оскільки у деяких із них спостерігалася незначна зморшкуватість, яка, однак, не впливала на смакові якості. Зокрема, сублімовані виготовлені із сорту Презент були оцінені у 3,1 бали за зовнішній вигляд, сорту Вайбрант – 3,7, сорту Веселка – 3,8 і сорту Геркус – 3,9 бали, тоді як ліофілізовані ягоди сорту Ольвія – у 4,9; Атлантиди – 4,8 і Флоренс у 4,4 бали (рис. 5.3, рис. 5.4).

Оцінка якості зовнішнього вигляду сушених плодів варіювала від 2,6 (сорт Веселка, Презент, Вайбрант) до 3,2 балів (сорт Флоренс) (рис. 5.3). Сухофрукти всіх досліджуваних сортів характеризувалися зморшкуватою поверхнею. Плоди, які не були розрізані на четвертини, потребували

тривалішого часу сушіння, що негативно позначалося на економічній ефективності їхнього виробництва. Погано сушінню піддавалися плоди суниці масою понад 12,0 г без попереднього розрізання навпіл або на четвертини.



Ольвія



Флоренс

Вайбрант



Презент і Веселка

Рис. 5.4. Зовнішній вигляд ліофілізованих плодів суниці

Нутрієнтна цінність переробленої продукції, окрім сенсорної, є суттєвим показником її якості. Сублімати, виготовлені з плодів суниці, містили від 325 до 456 мг/100 г аскорбінової кислоти. Істотно більше, ніж середній міжсортний вміст (379 мг/100 г) її мали ліофілізовані ягоди сортів Флоренс (456 мг/100 г) та Вайбрант (432 мг/100 г), менше середнього цього вітаміну

зберегли плоди сорту Атлантида (332 мг/100 г). Сублімати, виготовлені з ягід решти сортів, містили вітаміну С у межах похибки середнього зазначеного значення. Втрати аскорбінової кислоти значними (26 % від умісту у свіжих) були в сорту Флоренс, а найвищими вони виявилися в субліматів із плодів сорту Геркулес (35 %) (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Уміст аскорбінової кислоти у свіжих, сушених та сублімованих плодах жимолості голубої, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімо- вані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімованих
Ольвія	436 ± 14 ^b	230 ± 14 ^{cd}	393 ± 17 ^c	47	10
Веселка	430 ± 17 ^b	248 ± 15 ^{cd}	351 ± 15 ^c	42	18
Геркулес	509 ± 18 ^a	216 ± 16 ^{cd}	331 ± 11 ^c	58	35
Презент	433 ± 19 ^b	259 ± 18 ^{cd}	360 ± 12 ^c	40	17
Вайбрант	515 ± 15 ^a	247 ± 12 ^{cd}	432 ± 17 ^{ac}	52	16
Атлантида	397 ± 17 ^b	268 ± 16 ^{cd}	332 ± 13 ^{bc}	32	17
Флоренс	619 ± 12 ^a	241 ± 19 ^{cd}	456 ± 11 ^{ac}	61	26
середнє ± SE	477 ± 16	244 ± 16 ^{cd}	379 ± 14 ^c	48	21
max	619 ± 12	268 ± 16	456 ± 11	61	35
min	397 ± 17	214 ± 16	325 ± 11	32	10
коефіцієнт варіації, %	16,0	7,7	13,0		

Проте, варто зазначити, що у свіжих плодах згаданих сортів кількість вітаміну С виявилася вищою, ніж середнє (477 мг/100 г) і становила 619 мг/100 г у сорту Флоренс і 509 мг/100 г у сорту Геркулес. Вайбрант – ще один сорт, який містив у свіжих плодах істотно більше середньої кількості вітаміну С (515 мг/100 г) і мав незначні його втрати під час ліофілізації (16 %) (табл. 5.2).

Суниця в процесі конвекційного сушіння втрачала значно більше вітаміну С, ніж за сублімування, а саме: від 32 % у сорту Атлантида до 61 % у сорту Флоренс. Більше 50 % втрати аскорбінової кислоти були у сухофруктах, виготовлених із сортів Вайбрант (52 %) та Геркулес (58 %). Сушені плоди

зазначених сортів містили вітаміну С 247 і 216 мг/100г відповідно, тоді як сублімати із цих же сортів мали його більше на 185 і 115 мг відповідно. В інших досліджуваних сортів простежувалася та ж тенденція втрат аскорбінової кислоти. Зокрема, сухофрукти, виготовлені з ягід сортів Презент, Веселка та Ольвія, містили вітаміну С на 101, 103 і 163 мг менше порівняно із сублімованими плодами та на 174, 182 і 306 мг менше – порівняно зі свіжими. Найбільшою різниця у вмісті аскорбінової кислоти між сушеними й сублімованим (215 мг) та сушеними і свіжими плодами (378 мг) виявилася в сорту Флоренс, а найменшою у сорту Атлантида – 64 і 126 мг відповідно (табл. 5.2).

Іншою складовою біоактивності плодів, у тому числі й перероблених, є рівень умісту в них поліфенольних речовин. У свіжих плодах суниці садової кількість вказаних речовин варіювала від 6091 (сорт Веселка) до 2961 мг/100 г (сорт Геркулес), у решти сортів їхній уміст знаходився в межах похибки середнього (4842 мг/100 г) (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Уміст поліфенолів у свіжих, сушених та сублімованих плодах суниці садової, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімо- вані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімо- ваних
Ольвія	4576 ± 207	2519 ± 131 ^{cd}	4261 ± 159 ^a	45	7
Веселка	6091 ± 105 ^a	2255 ± 148 ^{cd}	3299 ± 172	63	46
Геркулес	2961 ± 158 ^b	1868 ± 118 ^{cd}	2453 ± 160 ^b	37	17
Презент	5052 ± 160	2626 ± 186 ^{cd}	3110 ± 124	48	38
Вайбрант	5174 ± 196	2685 ± 174 ^{ac}	2497 ± 107 ^b	52	48
Атлантида	4841 ± 176	2432 ± 117 ^c	2506 ± 143 ^b	50	48
Флоренс	5202 ± 114	1728 ± 132 ^{bcd}	4553 ± 130 ^a	67	12
середнє ± SE	4842 ± 159	2302 ± 132 ^{cd}	3240 ± 142	52	33
max	6091 ± 105	2685 ± 174	4261 ± 159	67	52
min	2961 ± 158	1728 ± 132	2497 ± 107	37	7
коефіцієнт варіації, %	19,7	17,2	26,7		

Втрати поліфенольних речовин у сублімованих плодах порівняно з їхнім умістом у свіжих ягодах варіювали від 7 % (сорт Ольвія) до 48 % (сорт Вайбрант і Атлантида). У сухофруктах, виготовлених із цих же сортів, втрати були значно більшими і становили 45 % і 52 % для сорту Вайбрант та 50 % – для сорту Атлантида. Менше 20 % поліфенольних речовин під час ліофілізації втрачали плоди сортів Флоренс (12 %) та Геркулес (17 %). Найбільшими вони, окрім зазначених сортів, були у сорту Презент (38 %) (табл. 5.3).

Найбільшими втрати поліфенолів під час сушіння відносно вмісту у свіжих плодах виявилися у сортів Веселка та Флоренс (3836 і 3474 мг відповідно), а найменшими (1093 мг) у сорту Геркулес. У цього ж сорту зменшення вмісту поліфенольних речовин під час сублімаційного сушіння було незначним і становило 508 мг. Незначне зниження цього показника відзначено також у сортів Ольвія та Флоренс – 315 і 649 мг відповідно. Більше 2000 мг втрат поліфенолів було зафіксовано у сортів Веселка (2791), Вайбрант (2677) і Атлантида (2335 мг) (табл. 5.3).

Флавоноїдна складова свіжих плодів суниці варіювала від 539 до 1101 мг/100 г сухої маси (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Уміст флавоноїдів у свіжих, сушених та сублімованих суниці садової, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімо- вані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімованих
Ольвія	553 ± 32 ^b	63 ± 9 ^{acd}	211 ± 32 ^b	89	62
Веселка	1128 ± 61 ^a	34 ± 5 ^{bcd}	331 ± 27 ^a	97	71
Геркулес	436 ± 30 ^b	42 ± 5 ^{bcd}	215 ± 33	90	51
Презент	1041 ± 76 ^a	146 ± 7 ^{acd}	405 ± 29	86	61
Вайбрант	1101 ± 78 ^a	167 ± 6 ^{acd}	242 ± 25	85	78
Атлантида	539 ± 48 ^b	125 ± 5 ^{acd}	298 ± 48	77	45
Флоренс	915 ± 29 ^b	29 ± 4 ^{bcd}	119 ± 11 ^b	97	87
середнє ± SE	816 ± 51	87 ± 6 ^{cd}	260 ± 16 ^c	89	68
max	1101 ± 78	167 ± 6	405 ± 29	97	87
min	539 ± 48	34 ± 5	119 ± 11	77	45
коефіцієнт варіації, %	36,4	67,8	36,5		

Значно більше середнього міжсортового (816 мг/100 г) їх накопичували плоди сортів Вайбрант (1101), Веселка (1128) та Презент (1041 мг/100 г), а менше їх містили ягоди сортів Ольвія, Геркулес, Атлантида і Флоренс (553, 436, 539 і 915 мг/100 г відповідно). Коефіцієнт варіації 36,4 % свідчить про істотну міжсортову різницю цього показника якості в досліджуваних сортах (табл. 5.4).

Термічна обробки плодів спричинила значні втрати флаваноїдів. Водночас вони були великими як за сублімування, так і за сушіння. Сублімати, виготовлені з ягід сорту Флоренс містили на 87 % (796 мг), а сухофрукти на 97 % (886 мг) менше флаваноїдів, ніж свіжі плоди, а саме 119 і 29 мг/100 г відповідно (табл. 5.4).

Істотно високими втрати зазначених речовин за обох способів переробки були і в решти сортів. Зокрема, під час сушіння окрім сорту Флоренс зменшення флаваноїдної складової зазнали сорти: Веселка – на 97 %, Презент – 86, Ольвія – 89, Вайбрант – 85 і Атлантида – 77 % (табл. 5.4).

У сублімованих плодах втрати були меншими, проте залишалися досить значними. Зокрема, у ліофілізованих ягодах сорту Вайбрант уміст флаваноїдів був меншим на 78 %, у сорту Веселка – на 71 %, у сортів Ольвія та Презент – на 62 і 61 % відповідно, а в сорту Геркулес – на 51 % порівняно зі свіжими плодами. Найнижчі втрати флаваноїдної складової виявлені в сорту Атлантида – 45 % (табл. 5.4).

Забарвлення як свіжих, так і термічно оброблених плодів залежить від умісту в них антоціанів. Найвищу кількість цих сполук містили свіжі ягоди сорту Презент (299 мг/100 г), істотно менше середнього міжсортового вмісту (154 мг/100 г) їх мав сорт Геркулес (79 мг/100 г). Уміст антоціанів у решти сортів, що досліджували, був у межах похибки середнього (154 мг/100 г) (табл. 5.6).

Після сублімаційного сушіння найвищий уміст антоціанів серед досліджуваних сортів зберігся у плодах сорту Презент (253 мг/100 г), за втрат 15 %. У сортів Ольвія та Веселка втрати були ще меншими (8 і 5 % відповідно),

проте вміст антоціанів у їхніх сублімованих плодах залишався нижчим, ніж у сорту Презент, через меншу їхню кількість у свіжих ягодах (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Уміст антоціанів у свіжих, сушених та сублімованих плодах суниці садової, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімо- вані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімованих
Ольвія	146 ± 16	66 ± 4 ^{cd}	135 ± 8	55	8
Веселка	165 ± 19	67 ± 4 ^{cd}	157 ± 14	59	5
Геркулес	79 ± 16 ^b	41 ± 5 ^{bcd}	72 ± 9	48	10
Презент	299 ± 19 ^a	92 ± 5 ^{acd}	253 ± 19 ^a	69	15
Вайбрант	171 ± 19	76 ± 5 ^{acd}	138 ± 13	55	19
Атлантида	127 ± 16	61 ± 4 ^{cd}	84 ± 8 ^b	52	34
Флоренс	92 ± 12 ^b	44 ± 4 ^{bcd}	82 ± 4 ^b	52	10
<i>середнє ± SE</i>	<i>154 ± 17</i>	<i>64 ± 4^{cd}</i>	<i>132 ± 10</i>	58	15
max	299 ± 19	92 ± 5	253 ± 19	69	34
min	79 ± 16	41 ± 5	72 ± 9	48	5
коефіцієнт варіації, %	47,0	27,8	47,8		

На рівні 10 % під час ліофілізації антоціанів втрачали плоди сортів Геркулес та Флоренс, 15 – Презент, 19 % – Вайбрант, максимальними вони виявилися в сорту Атлантида – 34 % (табл. 5.6).

Зниження вмісту барвних речовин у плодах суниці під час конвективного сушіння було значно більшим і становило від 48 % (сорт Геркулес) до 69 % (сорт Презент). У решти сортів втрати варіювали в межах 52 % (сорт Атлантида та Флоренс) – 59 %. За такого рівня втрат сушені ягоди суниці містили від 41 до 92 мг/100 г антоціанів. Водночас рівень втрат не залежав від кількості зазначених речовин у свіжих плодах (табл. 5.6).

Висновки до підрозділу 5.1

Ключовим детермінантом технологічної придатності плодів суниці для виготовлення ліофілізованої та сушеної продукції є вихід готового продукту, який безпосередньо корелює із початковим умістом сухих розчинних речовин у

сировині. Найвищі показники виходу продукції зафіксовано у сорту Флоренс (СРР – 8,4 %; вихід сублімату – 86,6 г/кг, сухофруктів – 98,8 г/кг). Мінімальні значення отримані під час перероблення плодів сорту Презент (СРР – 6,0 %; вихід сублімату – 62,0 г/кг, сухофруктів – 70,6 г/кг).

Сублімаційне сушіння набагато краще зберігає сенсорні показники плодів, а ніж конвекційне. Зокрема, оцінки за зовнішній вигляд субліматів із суниці варіювала від 3,1 до 4,9 балів, а сушених від 2,6 до 3,2 балів. Встановлено, що плоди масою до 13,0 г можна сублімувати цілими, а вище – різати навпіл або на чверть. Найвищим балом (4,9) за сенсорні показники якості, зокрема смак, були оцінені сублімати, виготовлені з плодів сортів Презент та Флоренс, за забарвлення – Ольвія, Вайбрант (по 4,6) і Флорес (4,8 бали). Добрим зовнішнім виглядом понад 4,5 бали відзначилися ягоди сортів Ольвія (4,9) та Атлантида (4,8).

З біоктивних речовин у процесі термічної обробки плоди суниці найбільше втрачають флавоноїди (від 77 до 97 %) за конвективного сушіння та від 45 до 87 % – за сублімування.

Уміст аскорбінової кислоти в сублімованих плодах суниці зменшується в середньому на 21 %, тоді як у сушених – на 48 %. Втрати поліфенольних речовин становлять відповідно 33 і 52 %, а антоціанів – 15 і 58 %.

Максимально за ліофілізації фітоскладові були збережені в сорту Ольвія, а саме: вміст вітаміну С на 90 %, поліфенолів – на 93 % та антоціанів – на 92 %.

5.2. Збереження показників якості плодів жимолості голубої за різних методів сушіння: конвективного та сублімаційного

Уміст сухих розчинних речовин у плодах жимолості голубої варіював від 12,9 % у сорту Каріна до 16,0 % у сорту Алісія. У решти сортів, які вивчали, цей показник був у межах середнього значення ($14,3 \pm 1,2$ %). Зважаючи на вищу в порівнянні зі вмістом у суниці, кількість СРР у жимолості голубої, що зумовлене вмістом більшої кількості фіторечовин, зокрема поліфенолів,

флаваноїдів та антоціанів, її сублімування проводили до залишку вологи на рівні $4,6 \pm 0,4$ %, а сушіння до $14,8 \pm 0,2$ % (табл. 5.6).

Таблиця 5.6

Вихід готової продукції жимолості голубої за різних способів зневоднення (сублімаційного та конвекційного)

Сорти	Сухі розчинні речовини, % на суху масу	Кінцева вологість, %		Вихід готового, г	
		субліматів	сушених плодів	субліматів	сушених плодів
Каріна	12,9 ^b	4,6	14,8	135,2 ^b	151,4 ^b
Дует	13,5	4,7	14,9	141,7	158,6
Спокуса	15,0	4,6	15,0	157,2	176,5
Алісія	16,0 ^a	4,0	14,6	166,7 ^a	187,4 ^a
Аврора	14,2	5,0	14,8	149,5	166,7
Середнє \pm SV	$14,3 \pm 1,2$	$4,6 \pm 0,4$	$14,8 \pm 0,2$	$150,1 \pm 12,3$	$168,1 \pm 14,4$

Після термічної обробки найвищий відсоток виходу готового продукту, а саме субліматів, зафіксований у сорту Алісія (166,7 г), у цього ж сорту і сушених плодів було найбільше (187,4 г). Найменше ліофілізованих ягід було отримано за сублімування ягід сорту Каріна (151,4 г) (табл. 5.6).

Отримані в результаті кореляційного аналізу лінійної регресії дані демонструють надзвичайно сильний зв'язок між виходом готового продукту (субліматів, сушених плодів) та кількістю сухих розчинних речовин у свіжих плодах жимолості голубої.

Для субліматів рівняння залежності виглядає так:

$$y = 1,118x - 1,085,$$

коефіцієнт кореляції $r = 0,999$.

Це означає, що кожен додатковий відсоток сухих розчинних речовин у сировині збільшує вихід сублімату приблизно на 1,12 %.

Для сушених плодів рівняння має вигляд:

$$y = 1,194x - 0,312,$$

коефіцієнт кореляції $r = 0,999$

Коефіцієнти кореляції обох залежностей становить $r = 0,999$, що свідчить про дуже стабільний технологічний процес сушіння за мінімальних похибок вимірювання.

Оцінювання сенсорних показників субліматів та сушених ягід жимолості голубої проводили за такими показниками якості: смак, забарвлення та зовнішній вигляд. Серед досліджуваних сортів найвищу дегустаційну оцінку мали сублімовані плоди сорту Дуєт – 4,8 бали за зовнішній вигляд та 4,9 бали за забарвлення. Ягоди цього сорту були без ознак розтріскування та зморщування, а також мали забарвлення, яке притаманне свіжим із характерним для жимолості голубої восковим нальотом. Сублімовані ягоди сортів Алісія та Спокуса за зовнішній вигляд були оцінені в 3,8 бали, оскільки деякі з них у представлених на дегустацію зразках мали незначні тріщини. Сушені плоди жимолості були значно гіршими за зовнішнім виглядом. Плоди всіх без винятку сортів виявилися зморшкуватими та мали тьмяно чорне забарвлення без притаманного для плодів жимолості голубої воскового нальоту. Смакові якості сублімованих ягід жимолості голубої були оцінені в 4,2 (сорт Дуєт) та 4,6 бали (сорт Спокуса).

Подібна тенденція зберігалася і під час оцінювання смакових якостей сушених плодів: найвищу оцінку отримав сорт Спокуса (3,8 бали), тоді як найнижчу – сорт Дуєт (3,2 бали) (рис. 5.4, рис. 5.5).

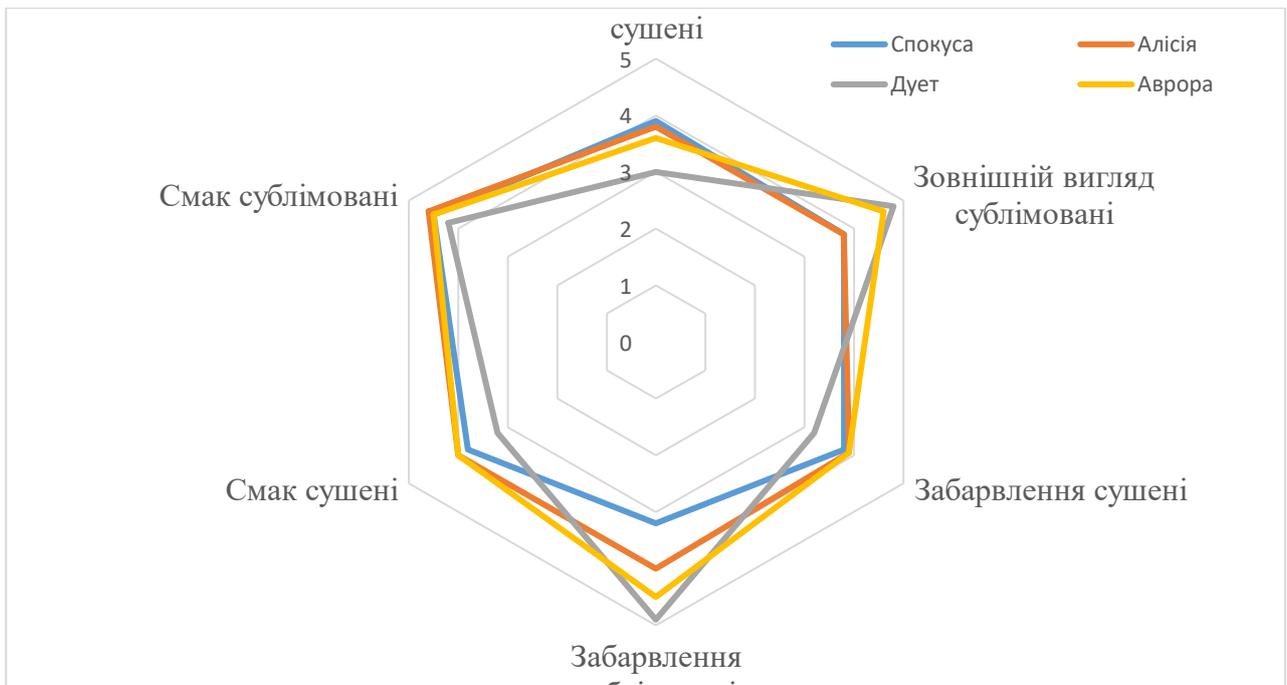


Рис. 5.4. Сенсорна оцінка сушених та сублімованих плодів жимолості голубої



Аврора



Дует



Спокуса

Рис. 5.5. Сублімовані ягоди сорту жимолості голубої

Уміст вітаміну С у сушених плодах жимолості голубої варіював від 103 до 138 мг/100 г, що менше, ніж у свіжих ягодах на 32,9–43,7 % (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Уміст аскорбінової кислоти у свіжих, сушених та сублімованих плодах жимолості голубої, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімовані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімованих
Спокуса	155 ± 9,9 ^b	104 ± 6,7 ^c	123 ± 5,7 ^{bc}	32,9	20,5
Алісія	194 ± 12,3	117 ± 6,4 ^{cd}	185 ± 8,7	39,7	4,8
Дует	214 ± 12,3 ^a	138 ± 9,0 ^{cd}	194 ± 8,7 ^a	35,5	9,6
Аврора	182 ± 11,3	103 ± 8,1 ^{cd}	166 ± 11,0	43,7	9,0
середнє ± SE	186 ± 11,5	116 ± 7,5 ^{cd}	167 ± 8,5	38,0	10,5
коефіцієнт варіації, %	13,3	14,3	18,7		
мін	155 ± 9,9	103 ± 8,1 ^{cd}	123 ± 5,7	32,9	4,8
макс	214 ± 12,3	138 ± 9,0 ^{cd}	194 ± 8,7	39,7	20,5

У всіх досліджуваних сортів втрати аскорбінової кислоти у процесі сушіння були істотними відносно вмісту як у свіжих, так і сублімованих плодах. Кількість аскорбінової кислоти в сублімованій жимолості найнижчою виявилася у сорту Спокуса (123 мг/100 г), а найвищою – у сорту Алісія (185 мг/100 г), що становило відповідно 20,5 та 4,8 % втрат відносно вмісту у свіжих. Незначні втрати цього вітаміну також були у плодів сорту Аврора (9,0 %) (табл. 5.7).

Із досліджуваних сортів жимолості голубої найвищим умістом загальних поліфенолів були наділені плоди сорту Спокуса – 6442 мг/100 г, що істотно вище від середнього значення встановленого для цієї групи сортів. У сушених плодах жимолості голубої уміст загальних фенолів варіював від 4556 мг/100 г (сорт Аврора) до 2801 мг/100 г (сорт Дует), що менше, ніж у свіжих плодах на 53 та 1163 мг, або на 19,0 та 46,2 %. Втрати загальних поліфенолів у сушених плодах відносно свіжих були на 18,2 % більшими, ніж у сублімованих. Найбільше зниження відзначене у сортів Алісія (23,0 %) і Дует (23,9 %), тоді як у сортів Спокуса та Аврора воно становило 10,0 і 18,1 % відповідно (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

Уміст поліфенолів у свіжих, сушених та сублімованих плодах жимолості голубої, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімо- вані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімованих
Спокуса	6442 ± 435 ^a	4312 ± 170 ^{acd}	4946 ± 46 ^{ac}	33,1	23,1
Алісія	5107 ± 286	3331 ± 163 ^{bcd}	4506 ± 108 ^{ac}	34,8	11,8
Дует	5209 ± 279 ^b	2801 ± 119 ^{bcd}	4047 ± 101 ^{bc}	46,2	22,3
Аврора	5622 ± 300	4556 ± 61 ^{acd}	5569 ± 134 ^a	19,0	0,9
середнє ± SE	5595 ± 188	3750 ± 111 ^{cd}	4767 ± 97 ^c	33,0	14,8
коефіцієнт варіації, %	11,2	22,0	13,6		
min	5107 ± 286	2801 ± 119 ^{bcd}	4047 ± 101 ^{bc}	19,0	0,9
max	6442 ± 435 ^a	4556 ± 61 ^{acd}	5569 ± 134 ^a	46,2	23,1

Найбільші втрати загальних поліфенолів у сублімованих плодах жимолості відносно свіжих були відмічені в сортів Спокуса (23,1 %) та Дует

(22,3 %), майже незмінним уміст вказаних речовин виявився в сорту Аврора (0,9 %). Сублімовані плоди цього містили найбільше загальних фенолів – 5569 мг/100 г, що більше, ніж середній для цієї групи сортів уміст на 802 мг. Згідно із проведеними дослідженнями з жимолостю голубою встановлено, що збереження загальних фенолів у сублімованих плодах у порівнянні із сушеними було на 10,0–23,9 % більшим (табл. 5.8).

Кількість флавоноїдів у свіжих плодах жимолості голубої варіювала від 1150 (сорт Спокуса) до 1995 мг/100 г (сорт Дует).

Найбільші втрати флавоноїдів під час сушіння зафіксовані у плодах сорту Дует (82,3 %). У решти досліджуваних сортів цей показник також перевищував 70 % і становив: у сорту Спокуса – 74,6 %, Алісія – 78,2 %, Аврора – 70,3 %. Значними втрати флавоноїдів виявилися і за сублімування: від 43,8 % (сорт Спокуса) до 71,0 % (сорт Дует). Проте сушені плоди досліджуваних сортів жимолості голубої містили на 20,4 % менше флавоноїдів, ніж сублімовані (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

Уміст флавоноїдів у свіжих, сушених та сублімованих плодах жимолості голубої, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімо- вані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімованих
Спокуса	1150 ± 63 ^b	292 ± 20,0 ^{bcd}	646 ± 28,8 ^c	74,6	43,8
Алісія	1182 ± 83 ^b	257 ± 9,5 ^{bcd}	583 ± 24,0 ^{bc}	78,2	50,7
Дует	1995 ± 74 ^a	352 ± 9,8 ^{cd}	578 ± 10,7 ^{bc}	82,3	71,0
Аврора	1573 ± 64	467 ± 11,8 ^{acd}	766 ± 24,8 ^{ac}	70,3	51,3
середнє ± SE	1475 ± 71	342 ± 13,0 ^{cd}	643 ± 24,8 ^c	76,8	56,4
коефіцієнт варіації, %	26,8	26,8	13,6	-	-
min	1150 ± 63 ^b	257 ± 9,5 ^c	578 ± 10,7 ^c	70,3	43,8
max	1995 ± 74 ^a	467 ± 11,8 ^c	766 ± 24,8 ^c	82,3	71,0

У свіжих плодах жимолості голубої вміст антоціанів у середньому становив 875 мг/100 г, варіюючи від 784 мг/100 г у сорту Алісія до 996 мг/100 г у сорту Аврора. Під час сушіння втрати антоціанів перебували на рівні 27 %, що більше, ніж за сублімування на 11 % (табл. 5.10).

Найбільше під час сушіння цей пігмент втрачали плоди сорту Дует (41 %), що більше, ніж за сублімування на 18 % або 167 мг. У порівнянні зі свіжими плодами вміст антоціанів у цього сорту під час сушіння зменшився на 377 мг.

У сублімованих плодів найбільшими втрати антоціанів у порівнянні зі свіжими були в сортів Дует та Аврора – 210 та 229 мг відповідно, що становило 23 % для обох сортів. Найменшими втрати антоціанів як за сушіння, так і за сублімування, виявилися в сорту Алісія – 18 та 7 % відповідно (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

Уміст антоціанів у свіжих, сушених та сублімованих плодах жимолості голубої, мг/100 г сухої маси

Сорти	Свіжі	Сушені	Сублімо-вані	Втрати, %	
				у сушених	у сублімованих
Спокуса	800 ± 43	640 ± 26 ^{cd}	744 ± 18 ^c	20	11
Алісія	784 ± 41 ^b	643 ± 26 ^{cd}	730 ± 19 ^c	18	7
Дует	916 ± 41	539 ± 23 ^{bcd}	706 ± 14 ^{bc}	41	23
Аврора	996 ± 56 ^a	716 ± 30 ^{acd}	767 ± 11 ^{ac}	28	23
середнє ± SE	874 ± 45	635 ± 26 ^{cd}	737 ± 16 ^c	27	16
коефіцієнт варіації, %	15,5	15,5	3,5	-	-
min	784 ± 41 ^b	539 ± 23 ^{bc}	706 ± 14 ^{bc}	18	7
max	996 ± 56 ^a	716 ± 30 ^{ac}	767 ± 11 ^{ac}	41	23

Для жимолості голубої істотних відмінностей не виявлено: залежно від сорту вміст антоціанів у сублімованих плодах перевищував показники сушених у 1,1 раза (сорт Алісія та Аврора), 1,2 раза (сорт Спокуса) та 1,3 раза (сорт Дует).

Висновки до підрозділу 5.2

Встановлений сильний позитивний зв'язок виходу готового продукту (субліматів, сушених плодів) від кількості сухої речовини у свіжих плодах жимолості голубої. Найвищий вихід зазначених продуктів переробки було отримано для сорту Алісія, а найнижчий – для сорту Каріна.

За сенсорними показниками якості зовнішній вигляд, забарвлення та смак, найвищим балом були оцінені сублімовані плоди сорту Дует. Ягоди жимолості голубої після сушіння містили на 116,0 мг, а після сублімування 167 мг менше аскорбінової кислоти, що становить 62,0 та 89,5 % від умісту, який вони мали у свіжому вигляді. Найменшими втрати вітаміну С у процесі сублімування були в сорту Дует – 25,9 %. Зменшення загальних фенолів у сушених плодів становило 1845 мг, а сублімованих – 828 мг. Плоди всіх досліджуваних сортів у процесі сушіння втрачали понад 32 % загальних поліфенолів. Втрати цих речовин під час сублімування у трьох із чотирьох досліджуваних сортів були меншими за 10,0 %, а саме: у сорту Алісія (4,8 %), Аврора (9,0) і Дует (9,6 %). Найбільше під час термічної обробки плодів жимолості голубої знижувався вміст флавоноїдів: втрати становили 76,8 % за сушіння та 56,4 % за сублімування, водночас максимальні значення відзначені в сорту Дует. І навпаки, зменшення кількості антоціанів за обох способів термічної обробки були неістотними відносно вмісту у свіжих плодах. Під час сублімування втрати антоціанів становили 16 %, а за сушіння 27 %, у фізичних вимірах це становить 137 та 239 мг відповідно, за вмісту у свіжих плодах 874 мг/100 г.

Підрозділ 5.2, розділу 5 містить матеріали наукової публікації автора:

Shevchuk L., Hrynyk R. The influence of genetic traits of the variety on the preservation of bioactive compounds in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) fruits during sublimation and drying. *Plant & Soil Science*. 2025. Vol. 16, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant2.2025.37>

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА Й ПЕРЕРОБЛЕННЯ ЯГІД СУНИЦІ САДОВОЇ ТА ЖИМОЛОСТІ ЇСТИВНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

6.1. Економічна ефективність виробництва плодів суниці садової та жимолості голубої

Суниця садова

Критеріями оцінки результативності виробництва ягідної продукції є обсяг отриманого прибутку та відповідний рівень рентабельності. Ці показники істотно залежать від генетичних особливостей сорту, агротехніки вирощування й погодних умов року. Для встановлення впливу погодних умов на ефективність виробництва плодів суниці розрахунки проводили за роками досліджень. У 2023 році товарність досліджуваних плодів сортів суниці садової варіювала в межах першого товарного сорту від 49 % (сорт Веселка) до 67 % (сорт Вайбрант та Атлантида). У фізичних показниках найбільше плодів першого товарного сорту було реалізовано в сорту Вайбрант (8,1 т), а найменше – сорту Флоренс (4,9 т). У цей рік відсоток плодів II товарного сорту найвищим був у сорту Веселка (48 %), понад 40 % їх також мали сорти Ольвія, Презент і Флоренс, що становило 5,6; 3,8; 3,5 і 4,3 т/га відповідно. Нестандартного за фізичними показниками якості врожаю суниці у 2023 році найбільше (0,5 т) виявилось у сорту Презент, а найменше (0,1 т) – у сорту Вайбрант. У зазначений рік максимальну урожайність забезпечив останній із названих сортів (12,1 т/га), тоді як у сортів Ольвія, Геркулес і Флоренс вона була меншою – 9,3 та по 6,5 т/га відповідно (табл. 6.1).

Варість свіжої суниці першого товарного сорту у 2023 році на ринках України варіювала від 150 грн/кг за сорти раннього та пізнього терміну досягання до 120 грн/кг за середньостиглі. Плоди II товарного сорту реалізовувалися за ціною, нижчою на 90 грн/кг порівняно з продукцією першого сорту. Нестандартна продукція, що використовувалася для переробки, зокрема для виготовлення наповнювачів у молочній та хлібопекарській

промисловості, на початку сезону продавалася за 30 грн/кг, а з насиченням ринку її ціна знижувалася до 20 грн/кг. За таких реалізаційних цін найбільша виручка була отримана від продажу суниці сортів Вайбрант (1454,8 тис. грн/га), Атлантида (1254,8 тис. грн/га) і Веселка (1214,3 тис. грн/га), найменшою вона була від реалізації плодів сортів Геркулес (879,0 тис. грн/га) і Презент (964,9 тис. грн/га) (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Економічна ефективність виробництва плодів суниці садової в умовах Лісостепу України, 2023 рік

Сорти	Урожайність, т/га			Виручка, тис. грн/га	Собівартість виробництва, тис. грн./га	Прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
	I тов. сорт	II тов. сорт	н/с				
Ольвія	5,2	3,8	0,3	1022,0	466,7	555,3	119,0
Веселка	5,8	5,6	0,4	1214,3	588,3	626,0	106,4
Геркулес	5,2	4,1	0,2	879,0	476,7	402,3	84,4
Презент	6,2	3,5	0,5	964,9	510,0	454,9	89,2
Вайбрант	8,1	3,9	0,1	1454,8	606,7	848,1	139,8
Атлантида	7,0	3,3	0,2	1254,8	525,0	729,8	139,0
Флоренс	4,9	4,3	0,3	1003,2	475,0	528,2	111,2

Собівартість виробництва включала вартість садивного матеріалу, а також підготовку ґрунту під садіння, мульчувальні матеріали, обробіток ґрунту в процесі вирощування, затрати на обробку фунгіцидами, добрива, вартість збирання та інші накладні затрати у 2023 році становили 50,0 тис. грн/т. Зважаючи на найвищу урожайність та понесені затрати на збір плодів і їхню реалізацію, собівартість виробництва у 2023 році, як і виручка від реалізації плодів, найвищою була за вирощування сорту Вайбрант (606,7 тис. грн/га). Для

решти сортів вона варіювала від 475,0 (сорт Флоренс) до 588,3 тис. грн/га (сорт Веселка).

Прибуток, який отримали під час реалізації суниці у 2023 році, зважаючи на найвищу урожайність та високий відсоток плодів I товарного сорту, був для сорту Вайбрат (848,1 тис. грн.) відповідно і рівень рентабельності становив 139,8 %. Інший сорт, від виробництва плодів якого, у цей рік був отриманий високий рівень рентабельності – Атлантида (139,0 %). У 2023 році менше однієї гривні прибутку на одну гривню витрат отримано за вирощування ягід сортів Геркулес (рівень рентабельності – 84,4 %) та Презент (89,2 %). Обидва сорти належать до середнього строку досягання, коли насичення ринку плодами суниці є найбільшим, що призводить до зниження ціни реалізації (табл. 6.1).

У 2024 році урожайність суниці виявилася нижчою ніж у попередній, проте якість урожаю була кращою (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Економічна ефективність виробництва плодів суниці садової в умовах Лісостепу України, 2024 рік

Сорти	Урожайність, т/га			Виручка, тис. грн/га	Собівартість виробництва, тис. грн/га	Прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
	I тов. сорт	II тов. сорт	н/с				
Ольвія	6,0	1,4	0,2	986,1	418,0	568,1	135,9
Веселка	8,0	2,3	0,2	1347,3	581,2	766,1	131,8
Геркулес	5,3	1,9	0,1	756,3	407,0	349,3	85,8
Презент	7,6	1,2	0,8	992,6	528,0	464,6	88,0
Вайбрант	9,0	1,6	0,1	1173,3	586,7	586,7	100,0
Атлантида	6,0	1,5	0,3	807,6	424,0	383,6	90,5
Флоренс	5,2	1,5	0,3	719,6	385,0	334,6	86,9

Плодів I товарного сорту зібрали від 5,2 (сорт Флоренс) до 9,0 т (сорт Вайбрант), II – від 1,2 (сорт Презент) до 1,9 т (сорт Геркулес). Нестандарту найбільше (0,8 т) у цей рік було в сорту Презент, а найменше (0,1 т) у сортів Геркулес та Вайбрант (табл. 6.2).

За реалізаційної ціни на плоди I товарного сорту 150 грн/кг, II – 60 грн/кг і нестандарту – 15 грн/кг сортів ранніх термінів досягання виручка становила 986,1 для сорту Ольвія та 1347,3 тис. грн/га – для сорту Веселка. Суниця середніх та пізніх термінів досягання I товарного сорту реалізувалася за нижчою на 20 грн/кг ціною. Найбільшу виручку від реалізації суниці сортів пізнього терміну досягання було отримано для сорту Вайбранта – 1173,3 тис. грн/га, для сорту Атлантида вона становила 807,6 тис. грн/га, а для сорту Флоренс – 719,6 тис. грн/га (табл. 6.2).

Теплий та ранній вегетаційний період 2024 року сприяв ранньому плодоношенню сортів Ольвія та Веселка, а тепла та в міру зволожена погода періоду росту та розвитку суниці сприяла формуванню плодів відмінної якості, що дало можливість отримати прибуток, за якого рівень рентабельності становив 135,9 і 131,8 % відповідно. У решти сортів цей показник варіював від 85,8 (сорт Геркулес) до 100,0 % (сорт Вайбрант) (табл. 6.2).

Урожайність суниці урожаю 2025 року була меншою, ніж у два попередні роки досліджень. Якість плодів також виявилася гіршою ніж у 2023 та 2024 роках. Зокрема, плодів I товарного сорту найбільше зібрали у сорту Вайбрант – 7,4 т/га, що менше, ніж у 2023 році на 0,7 т і ніж у 2024 році на 1,6 т/га. Подібна тенденція характерна для всіх сортів, окрім сорту Веселка, у якого найменша частка плодів високої якості зафіксована у 2024 році (табл. 6.3).

Урожайність плодів II товарного сорту у 2025 році варіювала від 1,9 (сорт Геркулес та Вайбрант) до 3,3 т (сорт Презент). Нестандарту, який не відповідав фізичним показникам якості (вимогам за найбільшим поперечним діаметром II товарного сорту) залежно від сорту зібрали 0,1–0,2 т.

Несприятливі погодні умови вегетаційного періоду 2025 року, різке потепління на початку вегетації із заморозками під час цвітіння суниці стали

причиною поганого зав'язування плодів, що в кінцевому результаті знизило їхню урожайність. За таких умов ринок відчував дефіцит суниці і реалізаційні ціни були вищими, ніж у два попередні роки досліджень, зокрема, на плоди ранніх та пізніх термінів досягання I товарного сорту – 160 грн/кг, II – 80 грн/кг, сереностиглі сорти реалізувалися за ціною 130 та 60 грн/кг відповідно (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Економічна ефективність виробництва плодів суниці садової в умовах Лісостепу України, 2025 рік

Сорти	Урожайність, т/га			Виручка, тис. грн/га	Собівартість виробництва, тис. грн/га	Прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
	I тов. сорт	II тов. сорт	н/с				
Ольвія	4,5	2,3	0,2	920,9	497,0	423,9	85,3
Веселка	6,5	3,0	0,1	1285,4	672,0	613,4	91,3
Геркулес	4,2	1,9	0,1	663,4	434,0	229,4	52,9
Презент	4,9	3,3	0,3	850,8	597,3	253,4	42,4
Вайбрант	7,4	1,9	0,2	1300,7	662,7	638,1	96,3
Атлантида	4,2	2,0	0,1	788,5	439,0	349,4	79,6
Флоренс	5,2	2,1	0,1	953,2	515,7	437,6	84,9

Затрати на виробництво плодів у цей рік також були вищими, і не лише через збільшення цін на засоби захисту і паливно-мастильні матеріали. До зазначеного садівникам довелося додати витрати на забезпечення кріопротекторного захисту та проведення комплексних протизаморозкових заходів, оскільки у весняний період, під час цвітіння та зав'язування плодів, спостерігалися поворотні заморозки (див табл. 2.1).

Найвищими затрати на отримання врожаю (9,6 т/га) були в сорту Веселка (672 тис. грн/га) між тим виручка становила 1285,4 тис. грн/га. У сорту Ольвія з

ранньої групи затрати на виробництво плодів становили 497,0 тис. грн/га, а прибуток становив 920,9 тис. грн/га. Серед сортів пізньостиглої групи найбільшу виручку від реалізації плодів забезпечив сорт Вайбрант (1300,7 тис. грн/га) із рівнем рентабельності 96,3 %, що на 11,4 % більше порівняно з сортом Флоренс і на 16,7 % – із сортом Атлантида (табл. 6.3).

У 2025 році прибуток від реалізації суниці середньостиглих сортів становив від 224,6 тис. грн/га у сорту Геркулес до 613,4 тис. грн/га у сорту Веселка. Рівень рентабельності варіював від 42,4 % у сорту Презент до 91,3 % у сорту Веселка (табл. 6.3).

Жимолость голуба

Урожайність та якість плодів жимолості голубої істотно змінювалася за роками вирощування. Основним впливовим чинником, який визначав діапазон змін цих показників, були погодні умови періоду від початку вегетації до завершення досягання плодів. Найвищу урожайність, як і найбільшу масу плодів, окремі сорти – Каріна (1,8 г) та Дует (1,9 г) – сформували у 2025 році. (див. табл. 3.14). Саме в цей рік спостерігалось контрастне зволоження: дефіцит вологи для ранніх сортів становив 23,2 мм, проте для пізніх її було достатньо – 64,6 мм (див. табл. 3.11). Хоча для плодів сортів Алісія (1,5 г), Спокуса (1,3 г) та Аврора (2,4 г), найкращими для накопичення маси виявилися погодні умови 2024 року. Останній зі згаданих показників якості плодів істотно впливав на реалізаційну ціну продукції, плоди масою до одного грама у 2023 році реалізували за ціною 120 грн/кг, 1,2 г – 180 грн/кг, 1,4 г – 200 грн/кг. За таких умов виручка залежно від урожайності та якості плодів варіювала від 492 (Спокуса) до 1960 тис. грн/га (Аврора) (табл. 6.4).

У 2024 році плоди масою 1,1 г реалізували за ціною 150 грн/кг, найдорожчими були ягоди сорту Аврора, які в цей рік мали масу 2,4 г – 200 грн/кг. Відповідно і виручка від продажу врожаю цього сорту, урожайність якого становила 9,4 т/га (див. табл. 3.13), виявилася найбільшою – 1880 тис. грн/га (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Економічна ефективність виробництва плодів жимолості голубої в умовах Лісостепу України, 2023 – 2025 рр.

Сорти	2023 рік				2024 рік				2025 рік			
	Виручка, тис. грн/га	Собівартість виробництва, тис. грн/га	Прибуток, тис. грн./га	Рівень рентабельності, %	Виручка, тис. грн/га	Собівартість виробництва, тис. грн/га	Прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %	Виручка, тис. грн/га	Собівартість виробництва, тис. грн/га	Прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
Каріна	1494	664,0	830,0	125,0	1305	783	522	66,7	2425	1164	1261,0	108,3
Дует	1900	760,0	1140,0	150,0	1520	855	665	77,8	2910	1164	1746,0	150,0
Алісія	660	440,0	220,0	50,0	1134	567	567	100,0	1562	852	710,0	83,3
Спокуса	492	328,0	164,0	50,0	828	414	414	100,0	1100	600	500,0	83,3
Аврора	1960	784,0	1176,0	150,0	1880	846	1034	122,2	3000	1200	1800,0	150,0

Понад 1500 тис. грн/га виручки в цей рік отримали від реалізації плодів сорту Аврора (1520 тис. грн/га), найменшим цей показник був для сорту Спокуса – 828 тис. грн/га.

У 2025 році найдорожчими в реалізації виявилися ягоди сортів Дует та Аврора, маса яких становила 1,9 г (300 грн/кг), а найдешевшими (220 грн/кг) сорти Алісія та Спокуса з масою плоду 1,0 та 1,1 г відповідно (див. табл. 3.14). За такої ціни виручка від реалізації становила 2910 і 3000 тис. грн/га для перших двох зі згаданих сортів та 1562 і 1100 тис. грн/га для двох останніх відповідно (табл. 6.4).

Рівень затрат на вирощування плодів жимолості голувої за роки досліджень змінювався від 80 грн/кг у 2023 році до 120 грн/кг у 2025 році з проміжною собівартістю 90 грн/кг у 2024 році. За такої собівартості прибуток від виробництва плодів жимолості голувої у 2023 році варіював від 220 (сорт Алісія) до 1176 тис. грн/га (сорт Аврора). Рівень рентабельності також найвищим був в сортів Алісія та Дует (150 % в обох зазначених сортів) (табл. 6.4).

У 2024 році прибуток від реалізації плодів жимолості голувої змінювався в межах найменшого – 414 (сорт Спокуса) до максимального –1034 тис. грн./га (сорт Аврора). Водночас рівень рентабельності виробництва жимолості голувої у цей рік варіював від 66,7 (сорт Каріна) до 122,2% (сорт Аврора). Високим у 2024 році видався показник рентабельності і в сортів Спокуса та Алісія (100 % в обох зазначених). У цей рік у згаданих сортів маса плодів становили 1,5 г (сорт Алісія) та 1,3г (сорт Спокуса), що і забезпечено високий рівень рентабельності (табл. 6.4).

Найвищими показниками прибутковості у 2025 році виділилися сорти Аврора (1800,0), Дует (1746,0) і Каріна (1261,0 тис. грн/га). Відповідно і показники рентабельності були найвищими від виробництва плодів зазначених сортів – 150 % для перших двох та 108 % для сорту Каріна, високими показники прибутковості у 2025 році були й для інших двох сортів – Спокуса та Алісія (83,3 %) (табл. 6.4).

Висновки до підрозділу 6.1

Ефективність культивування суниці садової та жимолості голубої в умовах Лісостепу України визначається генетичним потенціалом сортів та їхньою адаптивністю до гідротермічних умов вегетації. Серед сортів суниці високу стабільність урожайності продемонстрували Веселка (10,6 т/га, рентабельність $\geq 91,3\%$) та Вайбрант (10,8 т/га, рентабельність $\geq 96,3\%$) із виходом товарної продукції I сорту 5,8–8,0 т/га та 7,4–9,0 т/га відповідно. Прибутковість сорту Веселка варіювала в межах 613,4–766,1 тис. грн/га, сорту Вайбрант – 586,7–848,1 тис. грн/га. Найменш ефективними виявилися сорти середнього терміну досягання Геркулес і Презент, а найбільш чутливим до абіотичних стресів, зокрема заморозків 2025 року, – сорт Атлантида (рентабельність 79,6%). У виробництві жимолості голубої максимальні показники досягнуті у 2025 році – прибуток 600–1200 тис. грн/га, рентабельність 83,3–150%). Найвищу стабільність за масою плодів та врожайністю виявили сорти Дует (чистий дохід 665–1746 тис. грн/га) та Аврора (1034–1800 тис. грн/га), що підтверджує їхню високу господарську цінність.

6.2. Економічна ефективність виробництва субліматів та сушених плодів із суниці садової та жимолості голубої

Суниця садова

Сублімування та сушіння – це процеси перероблення, які дають можливість зберегти натуральну продукцію тривалий час. За сублімування, як підтверджено результатами наших досліджень, зберігається понад 70 % фітоцінних, корисних для організму людини речовин (див. розділ 5). Сушіння – більш дешевий спосіб термічної обробки, який спричиняє більші руйнації біокомпонентів, але все ж доволі затребуваний у виробників під час створення доданої вартості виробництва плодової продукції.

Основним показником економічної ефективності виготовлення субліматів та сушених ягід суниці садової і жимолості голубої є вихід готового продукту,

який істотно залежить від умісту сухих розчинних речовин (див. табл. 5.1). Для розрахунку економічної ефективності сублімування та сушіння брали до уваги вихід готового продукту з досліджуваних сортів та перераховували на 100 кг. До виробничих затрат заносили вартість електроенергії витраченої на сублімування зазначеної кількості плодів. Тривалість сублімування суниці садової та жимолості голубої становила 20 год., водночас кожен годину витрачали 30 кВт електроенергії, вартість якої у 2025 році становила 18 грн/кВт, тобто енергетичні затрати на весь процес сублімування становили 9,0 тис. грн. Окрім цього до зазначеної статті додавали вартість плодів власного виробництва: суниці – 50 грн/кг, жимолості голубої – 70 грн/кг, а також затрати на їхню підготовку до сублімування і сушіння, матеріали та заробітну платню робітників. Порівняно із сублімацією конвективне сушіння є менш затратним. Це зумовлено технічними характеристиками обладнання та швидкістю процесу: зокрема, сушіння 100 кг сировини досліджуваних культур тривало 10 год. із затратами електроенергії 10 кВт/год.

Реалізаційна ціна 1 кг сублімованих плодів суниці залежно від якості на ринку України варіювала від 2,6 до 5,5 тис. грн/кг, сушених 1,8–2,4 тис. грн/кг, субліматів із жимолості голубої від 2,5 до 6,0 тис. грн/кг, сушена жимолость коштує 1,4–1,6 тис. грн/кг. У розрахунках реалізаційна ціна субліматів із суниці садової становила 4,0 тис. грн/кг, плодів сортів Ольвія, Вайбрант та Флоренс, які були відмінної якості, оцінки за забарвлення та зовнішній вигляд понад 4,5 балів (див. рис. 5.1-5.4) – 4,5 тис. грн/кг. Максимально під час реалізації були оцінені ліофілізовані ягоди жимолості голубої сорту Дуєт (4,5 тис. грн/кг), оскільки вони мали хорошу якість, бал за зовнішній вигляд та забарвлення становив 4,9 (див. рис. 5.5-5.6). Плоди решти сортів жимолості голубої реалізували за ціною 3,5 тис. грн/кг. Вартість 1 кг сушених плодів обох культур, незалежно від сорту, становила 1,5 тис. грн/кг.

Згідно з отриманими даними найвищий вихід готового продукту як субліматів, так і сушених плодів було отримано з плодів сортів суниці садової

Флоренс (8,0 та 9,9 кг відповідно) і Вайбрант (8,0 та 9,2 кг відповідно) (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Економічна ефективність виробництва субліматів та сушених плодів суниці садової

Сорти	Вихід сублімату, кг	Собівартість виробництва, тис. грн.	Ціна реалізації, тис. грн	Прибуток, тис. грн.	Рівень рентабельності, %
субліматів					
Ольвія	7,8	16,0	35,1	19,1	119,4
Веселка	6,8	16,0	27,2	11,2	70,0
Геркулес	7,1	16,0	28,4	12,4	77,5
Презент	6,2	16,0	24,8	8,8	55,0
Вайбрант	8,0	16,0	36,0	20,0	125,0
Атлантида	7,7	16,0	30,8	14,8	92,5
Флоренс	8,7	16,0	39,2	23,2	144,7
сушених плодів					
Ольвія	8,9	8,5	13,4	4,9	57,1
Веселка	7,7	8,5	11,6	3,1	35,9
Геркулес	8,1	8,5	12,2	3,7	42,9
Презент	7,1	8,5	10,7	2,2	25,3
Вайбрант	9,2	8,5	13,8	5,3	62,4
Атлантида	8,8	8,5	15,8	7,3	86,4
Флоренс	9,9	8,5	17,8	9,3	109,6

Менше 7,0 кг субліматів зі 100 кг сировини отирали за ліофілізації суниці садової сортів Презент (6,2 кг) і Веселка (6,8 кг). У цих же сортів був і найменший вихід готового сушеного продукту після конвективного сушіння – 7,1 та 7,7 кг відповідно (табл. 6.5).

За таких умов максимальний прибуток від реалізації сублімованої суниці був отриманий для сорту Флоренс (23,2 тис. грн.) та Вайбрант (20,0 тис. грн.), рівень рентабельності становив 144,7 та 125,0 % відповідно. Незважаючи на нижчий у порівнянні зі згаданими сортами вихід субліматів із плодів сорту Ольвія (7,8 кг), прибуток від їхньої реалізації становив 19,1 тис. грн., а рівень рентабельності становив 119,4 %, що зумовлено високою якістю готового ліофілізованого продукту (табл. 6.5).

Найбільший вихід сушених ягід, як і субліматів, отримали з ягід сортів Флоренс та Вайбрант (9,9 і 9,2 кг відповідно). Вихід готового продукту понад 8 кг був у сортів Геркулес (8,1 кг), Атлантида (8,8 кг) та Ольвія (8,9 кг). Зважаючи на задовільну якість сухофруктів із суниці садової, прибуток від їхньої реалізації варіював від 2,2 (сорт Презент) до 9,3 тис. грн. (сорт Флоренс), рівень рентабельності між тим перебував у межах від 25,3 до 109,6 % відповідно (табл. 6.5).

Жимолость голуба

Найбільше ліофілізованих та сушених плодів жимолості голубої було отримано під час перероблення ягід сорту Алісія – 16,7 і 18,7 кг відповідно. Проте відмінною якістю виділилися сублімати, отримані із плодів сорту Дует, хоча вихід готового продукту був не найвищим (14,2 кг) (табл. 6.6).

Вихід сухофруктів із плодів жимолості голубої, з урахуванням вищої вологості готового продукту порівняно із субліматами, перевищував 17 кг під час сушіння плодів сорту Спокуса (17,7 кг). У сорту Аврора цей показник становив 16,7 кг, а в сорту Каріна – 15,1 кг (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Економічна ефективність виробництва субліматів та сушених плодів жимолості голубої

Сорти	Вихід сублімату, кг	Собівартість виробництва, тис. грн.	Ціна реалізації, тис. грн.	Прибуток, тис. грн.	Рівень рентабельності, %
субліматів					
Каріна	13,5	18,0	47,3	29,3	62,0
Дует	14,2	18,0	63,5	45,5	71,6
Спокуса	15,7	18,0	47,1	29,1	61,8
Алісія	16,7	18,0	50,1	32,1	64,1
Аврора	14,9	18,0	44,7	26,7	59,7
сушених плодів					
Каріна	15,1	9,8	22,7	12,9	56,7
Дует	15,9	9,8	23,9	14,1	58,9
Спокуса	17,7	9,8	26,6	16,8	63,1
Алісія	18,7	9,8	28,1	18,3	65,1
Аврора	16,7	9,8	25,1	15,3	60,9

Найбільший прибуток від реалізації сублімованих ягід жимолості голубої був отриманий для сорту Дует (45,5 тис. грн.), рівень рентабельності становив 71,6 %. Понад 40,0 тис. грн. прибутку отримали від продажу субліматів сорту Каріна (44,7 %). У сортах Дует і Спокуса якість сублімованих ягід оцінено як задовільну через наявність розтріснутих плодів (див. розділ 5), що зумовило зниження ціни реалізації на 500 грн. порівняно із субліматами сортів Аврора та Каріна та на 1000 грн. – із ягодами сорту Дует (табл. 6.6).

Прибуток від реалізації сушених ягід та рівень рентабельності їхнього виробництва максимальними виявилися для сорту Алісія (18,3 тис. грн. та 65,1 % відповідно). Для інших сортів із досліджуваної групи рівень прибутковості становив 63,1 (Спокуса), 60,4 (Аврора), 58,9 (Дует) і 56,7 % (Каріна) (табл. 6.6).

Висновки до підрозділу 6.2

Найвищу продуктивність за виходом готового продукту продемонстрували сорти Флоренс (8,7 кг сублімату; 9,9 кг сушених плодів) та Вайбрант (8,0 кг сублімату; 9,2 кг сушених плодів). Максимальний рівень рентабельності ліофілізації зафіксовано у сорту Флоренс (144,7 %), тоді як за звичайного сушіння цей показник залежно від сорту варіював від 25,3 до 109,6 %. Важливо зазначити, що висока якість субліматів із ягід сорту Вайбрант забезпечила рентабельність сублімації на рівні 125,0 % навіть за ненайвищого виходу продукту (8,0 кг).

Жимолость голуба характеризується вищим виходом готової продукції порівняно із суницею. Максимум сублімованих ягід отримали за термічної обробки плодів сорту Алісія (16,7 кг сублімату; 18,7 кг сушених). Проте максимальну економічну ефективність продемонстрував сорт Дует: завдяки винятковим якісним характеристикам (оцінка 4,9 бали за зовнішній вигляд) та найвищою реалізаційною ціною, прибуток склав 25,3 тис. грн., а рівень рентабельності сягнув рекордних 109,6 %.

Традиційне термічне сушіння залишається рентабельним методом створення доданої вартості (рівень рентабельності понад 55 % для жимолості голубої), проте сублімація є більш перспективною для виробництва високоякісної експортоорієнтованої продукції.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на підставі результатів комплексних досліджень обґрунтовано роль генетичних особливостей сортів та гідротермічних чинників у формуванні високої продуктивності та економічної рентабельності насаджень суниці садової та жимолості голувої та виготовлення з їхніх плодів субліматів та сухофруктів. Узагальнені результати експериментальних даних дали можливість сформулювати такі висновки:

1. Встановлено, що для проходження фенофаз росту та бутонізації суниці садової потрібна сума активних температур $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище на рівні $248,3\text{--}384,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, тоді як початок цвітіння жимолості голувої відбувається за показників $42,1\text{--}90,9\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Для масового досягання плодів суниці необхідна сума активних температур $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище в діапазоні від $411,9$ до $632,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, для жимолості голувої – від 310 до $512,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, тривалість періоду зазначеного періоду варіює від 30 до 61 доби.

3. Найбільш урожайними в умовах Лісостепу України виявилися сорти суниці садової Вайбрант ($10,8\text{ т/га}$) та Веселка ($10,7\text{ т/га}$). Найтоварнішим за роками досліджень виявився урожай сорту Вайбрант (від 67 до 84%). Стійкістю до змін клімату відзначився сорт Флоренс. У насадженнях жимолості голувої стабільно високу продуктивність продемонстрували сорти Дует і Аврора ($9,6$ та $9,7\text{ т/га}$ відповідно).

4. Біохімічний склад плодів суниці садової зумовлений генетичними особливостями сортів та гідротермічним режимом вегетації, де підвищення середньодобових температур і дефіцит опадів сприяють інтенсивному накопиченню сухих розчинних речовин і цукрів. Така тенденція найбільш виражена у сортів Веселка ($r = 0,999$) і Геркулес ($r = 0,907$).

5. Встановлено, що межі вмісту вітаміну С у суниці садової становили $37,9\text{--}95,6$, поліфенольних речовин – $301\text{--}742$, флаваноїдів – $39\text{--}98$, антоціанів – $11,2\text{--}23,7\text{ мг/100 г}$. Найменш варіабельним і практично незалежним від погодних умов вирощування був вміст вітаміну С у плодах сорту Геркулес.

Стабільний уміст поліфенолів також відзначено у сортів Геркулес, Презент і Ольвія, тоді як найменшу варіабельність антоціанів зафіксовано у сорту Ольвія. Виявлений сильний зв'язок вмісту вітаміну С із середньодобовими температурами повітря та флавоноїдів із гідротермічним коефіцієнтом періоду росту та розвитку плодів.

6. Сорт жимолості голубої Алісія відзначився найвищою стабільністю вмісту вітаміну С (37,6 мг/100 г). Низькі коефіцієнти варіації вітаміну С (10,7 %), поліфенолів (5,3 %), флавоноїдів (8,0 %) та антоціанів (7,3 %) підтверджують високу гомеостатичність біохімічного складу плодів у межах досліджуваних сортів.

7. Встановлено, що вихід готового продукту (субліматів, сухофруктів) залежить від вмісту сухих розчинних речовин у плодах та залишку вологості в готовому продукті. Максимальні показники зафіксовані в сортів суниці садової Флоренс (СРР 8,4 %; вихід сублімату 86,6 г/кг, сухофруктів 98,8 г/кг) та сорту жимолості голубої Алісія (СРР 16,0 %; вихід сублімату 166,7 г/кг, сухофруктів 187,4 г/кг).

8. Сублімаційне сушіння є ефективнішим за конвекційне щодо збереження сенсорних показників якості та біоактивних сполук, оскільки мінімізує втрати. Зокрема, втрати аскорбінової кислоти у плодах суниці садової були до 21 % проти 48 % за сушіння, поліфенолів – до 33 % проти 52 % та антоціанів – до 15 % проти 58 %. Найвищий рівень збереженості фітоскладових на рівні понад 90 % зафіксований у сорту Ольвія за ліофілізації плодів.

9. Термічна обробка плодів жимолості голубої, як сушіння, так і сублімування, негативно вплинули на вміст флавоноїдів у готовому продукті. Їхні втрати становили 76,8 %, а за сублімування – 56,4 %. Натомість зниження вмісту антоціанів під час обох способів термічної обробки було неістотним і становило 16 % за сублімування та 27 % за сушіння.

10. Серед сортів суниці високу стабільність виробництва плодів продемонстрували сорти Веселка та Вайбрант (рентабельність $\geq 91,3$ та $96,3$ % відповідно) із виходом товарної продукції першого сорту 5,8–8,0 т/га та 7,4–

9,0 т/га відповідно. Прибутковість сорту Веселка варіювала в межах 613,4–766,1 тис. грн/га, сорту Вайбрант – 586,7–848,1 тис. грн/га. Із сортів жимолості голубої найвищий дохід від реалізації свіжих плодів мали сорти Дует (665–1746 тис. грн/га) та Аврора (1034–1800 тис. грн/га).

11. Максимальний рівень рентабельності ліофілізації плодів зафіксований у сорту Флоренс (144,7 %), тоді як за звичайного сушіння цей показник залежно від сорту варіював від 25,3 до 109,6 %. Висока якість сублімованих ягід сорту Вайбрант забезпечила рівень рентабельності сублімаційного сушіння на рівні 125,0 % навіть за відносно невисокого виходу готового продукту (8,0 кг).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для підвищення економічної ефективності виробництва ягідної продукції та забезпечення ринку стабільними обсягами якісних плодів у Лісостеповій зоні України насадження суниці садової доцільно закладати сортами Веселка, Вайбрант і Флоренс, а жимолості голубої – сортами Дует і Аврора, які також придатні для формування сировинної бази з метою виробництва сублімованої продукції.

2. Для отримання належного рівня доданої вартості виробництва плодів суниці садової та жимолості голубої під час перероблення варто надавати перевагу ліофільній сушці, яка за рівнем прибутковості значно перевищує традиційне сушіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вінцковська Ю.Ю., Гриник Р.І. Споживчі та біологічно активні показники якості сублімованих плодів і ягід. *Садівництво*. 2022. № 77. С. 162–171. DOI: <https://doi.org/10.35205/0558-1125-2022-77-162-171>
2. Гибало В.М., Тихий Т.І. Сорти жимолості голувої (*Lonicera coerulea* L.) Інституту помології ім. Л.П. Симиренка в Лісостепу України. *Садівництво*. 2017. № 72. С. 30–35.
3. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/oper_new.html (дата звернення: 20.11.2024).
4. Єжов В.М., Гриник І.В. Біохімія плодових культур. Київ: ПП «Санспарель», 2020. 364 с. DOI: <https://doi.org/10.35205/978-966-96574-43-5>
5. Заморська І.Л. Оцінка технологічних властивостей ягід суниці садової. *Технічні науки та технології: науковий журнал*. 2018. №2 (12). С. 216–221. URL: <http://ir.stu.cn.ua/123456789/17602>
6. Калитка В.В., Карпенко М.В. Вплив природних гуматів і гідротермічних умов на продуктивність насаджень суниці садової (*Fragaria ananassa* L.). *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2015. № 94. С. 19–27.
7. Каращук Г. Урожайність сортів суниці садової залежно від строків садіння розсади при зрошенні. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта: матеріали ІХ міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф., м. Полтава, 15-16 травня, 2025*. Полтава, 2025. С. 286–289.
8. Кондратенко П.В., Шевчук Л.М., Левчук Л.М. Методика оцінки якості плодово-ягідної продукції. Київ: СПД «Жителів С.І.», 2008. 79 с.
9. Костенко Н.П., Гринів С.М. Методика проведення експертизи сортів рослин групи плодових, ягідних, горіхоплідних та винограду на відмінність, однорідність і стабільність. 2-ге вид., випр. і доп. / за ред. С.О. Ткачик. Київ, Україна: Цифрове видавництво Українського інституту експертизи сортів рослин, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21498/978-966-924-600-4>

10. Кривошопка В.А., Макарова Д.Г., Телепенько Ю.Ю., Терещенко Я.Ю., Груша В.В. Адаптивність та врожайність жимолості синьої (*Lonicera caerulea* L.) в умовах Лісостепу України. *Actual trends of modern scientific research: abstracts of the 8th International scientific and practical conference*. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2021. P. 20–27. URL: <https://sciconf.com.ua/viii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-actualtrends-of-modern-scientific-research-14-16-marta-2021-goda-myunhen-germaniyaarhiv>
11. Меженський В.М., Меженська Л.О., Якубенко Б.Є. Нетрадиційні ягідні культури: рекомендації з селекції та розмноження. Київ: ЦП «Компринт», 2014. С. 42–46.
12. Настанови щодо відбору проб. Свіжі плоди та овочі: ДСТУ ISO 874:2002 (ISO 874:1980, IDT). [Чинний від 2003-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 10 с. (Національний стандарт України).
13. Новак Т.Ю., Кустовська А.В. Морфологічна мінливість плодів жимолості блакитної в умовах Лісостепу України. *Матеріали IV науково-практичної конференції з міжнародною участю, до 20-річчя кафедри фармакогнозії та ботаніки Національного медичного університету імені О.О. Богомольця*. м. Київ, 2023. С.134–138. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/45696/PLANTA%2B%202023%20%D0%A22-134-138.pdf?sequence=1>
14. Павлюк В.В., Ковальчук Н.С. Перлина – новий сорт суниці садової (*Fragaria ananassa* L.) для споживання ягід свіжими та для заморозки. *Садівництво*. 2020. № 75. С. 50–59. DOI: <http://dx.doi.org/10.35205/0558-1125-2020-75-50-58>
15. Павлюк В.В., Ковальчук Н.С., Павлюк Н.В. Біоекологічні особливості середньо-пізніх сортівсуниці садової (*Fragaria Ananassa* Duch.) у північній частині Лісостепу України. *Садівництво*. 2017. № 72. С. 22–29.
16. Паламарчук І.І., Чепернатий Є.В., Тисячний О.П. Урожайність суниці садової залежно від сортових особливостей в умовах Лісостепу

Правобережного. *Сільське господарство і лісівництво*. 2024. № 4. С. 129-141.
URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2024_4_13

17. Поліщук В.В., Варлащенко Л.Г. Регенераційна здатність стеблових живців сортів жимолості їстівної (*Lonicera caerulea* Var. *Edulis* Turcz. ex Herder). *Journal of Native and Alien Plant Studies*. 2014. Vol. 10. С. 132–137.

18. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів: ДСТУ 4954:2008. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 18 с. (Національний стандарт України).

19. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності: ДСТУ 4957:2008. [Чинний від 2009-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 10 с. (Національний стандарт України).

20. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин: ДСТУ 8402:2015. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с. (Національний стандарт України).

21. Продукти перероблення фруктів та овочів. Титриметричний метод визначення пектинових речовин: ДСТУ 8069:2015. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 12 с. (Національний стандарт України).

22. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання сухих речовин або вологи: ДСТУ 7804:2015. [Чинний від 2016-01-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 14 с. (Національний стандарт України).

23. Самойленко Н.О. Термічні процеси в переробці рослинної сировини та їх вплив на біологічно вктивні речовини. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2018. № 24(3). С. 112-118.

24. Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О. Тепломасообмінні технології переробки пектиновмісної сировини: монографія. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 228 с.

25. Терещенко Я.Ю., Кривошопка В.А., Ярещенко О.М., Лисанюк В.Г. Адаптивність нових сортів жимолості синьої (*Lonicera coerulea* L.) в умовах Лісостепу України. *Садівництво*. 2019. № 74. С. 32–39.

26. Шевчук Л.М. Вміст пектинів у плодах суниці (*Fragaria ananassa* Duch.) при вирощуванні в різних регіонах України. *Садівництво*. 2017. № 72. С. 136-142.
27. Шевчук Л.М. Кореляція якості і біохімічних показників плодів суниці. *Вісник аграрної науки*. 2010. №8. С. 31-33.
28. Шевчук Л.М. Обґрунтування придатності регіонів України для вирощування плодів ягідних культур цільового використання. *Садівництво*. 2014. № 68. С. 97-102. URL: http://sativnytstvo.kiev.ua/ua/arhiv/68/68_12.html
29. Шевчук Л.М. Обґрунтування товарності плодів суниці. *Садівництво*. 2012. №65. С. 183 –189.
30. Шевчук Л.М., Денисюк О.Ф. Залежність умісту сухих розчинних речовин у плодах суниці від умов року вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 2. С. 20-22.
31. Шепель А.В., Жданюк О.І. Дослідження впливу строків висадки розсади на продуктивність суниці в Південному Степу України. *Інноваційні технології та актуальні питання післязбиральної доробки плодоовочевої продукції як важіль підвищення економічної ефективності*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Херсон, 14-15 березня 2019 р. Херсон, 2019. С. 553. URL: <https://surl.lt/ovvfqp>
32. Якість ґрунту. Визначення легкогідролізного азоту методом Корнфілда: ДСТУ 7863:2015. [Чинний від 2016-01-01]. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 10 с. (Національний стандарт України).
33. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА: ДСТУ 4405:2005. [Чинний від 2006-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 13 с. (Національний стандарт України).
34. Aaby K., Mazur S., Nes A., Skrede G. Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. *Food chemistry*. 2012. Vol. 132, Iss. 1. P. 86–97. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.037>

35. Afrin S., Gasparri M., Forbes-Hernandez T.Y., Reboredo-Rodríguez P., Mezzetti B., Varela-López A., Giampieri F., Battino M. Promising health benefits of the strawberry: a focus on clinical studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016. Vol. 64, Iss. 22. P. 4435–4449. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00857>
36. Agehara S., Nunes M.C.D.N. Season and nitrogen fertilization effects on yield and physicochemical attributes of strawberry under subtropical climate conditions. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, Iss. 7. P. 1391. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11071391>
37. Alasalvar C., Shahidi F. Composition, phytochemicals, and beneficial health effects of dried fruits: An overview. *Dried Fruits: Phytochemicals and Health Effects* / C. Alasalvar, F. Shahidi (Eds.). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2013. P. 1–19. <https://doi.org/10.1002/9781118464663.ch1>
38. Albregts E.E., Howard C.M. Accumulation of Nutrients by Strawberry Plants and Fruit Grown in Annual Hill Culture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1980. Vol. 105. P. 386–388. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.105.3.386>
39. Ali M.N., Serce S. Vitamin C and fruit quality consensus in breeding elite European strawberry under multiple interactions of environment. *Molecular Biology Reports*. 2022. Vol. 49, Iss. 12. P. 11573–11586. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11033-022-07849-5>
40. Almaliotis D., Velemis D., Bladenopoulou S., Karapetsas N. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. tudla) in relation to crop yield. *ISHS Acta Horticulturae 567: IV International Strawberry Symposium*. 2002. P. 447–450. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.567.93>
41. Alvarez-Suarez J.M., Giampieri F., Tulipani S., Casoli T, Di Stefano G., González-Paramás A.M., Santos-Buelga C., Busco F., Quiles J.L., Cordero M.D., Bompadre S., Mezzetti B., Battino M. One-month strawberry-rich anthocyanin supplementation ameliorates cardiovascular risk, oxidative stress markers and platelet

activation in humans. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2014. Vol. 25, Iss. 3. P. 289–294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2013.11.002>

42. Amil-Ruiz F., Blanco-Portales R., Munoz-Blanco J., Caballero J.L. The strawberry plant defense mechanism: a molecular review. *Plant and Cell Physiology*. 2011. Vol. 52, Iss. 11. P. 1873–1903. DOI: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr136>

43. Arber E.N. On the synanthly in the genus *Lonicera*. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 1903. Vol. 35, No. 246. P. 463–474. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1903.tb00606.x>

44. Ariza M.T., Martínez-Ferri E., Domínguez P., Medina J.J., Miranda L., Soria C. Effects of harvest time on functional compounds and fruit antioxidant capacity in ten strawberry cultivars. *Journal of Berry Research*. 2015. Vol. 5, Iss. 2. P. 71–80. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-150090>

45. Arus L., Kask K. Edible honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis*) underutilized berry crop in Estonia. *Nordic Journal of Forestry Report*. 2007. Vol. 3, Iss. 1. P. 33–35.

46. Asadpoor M., Tavallali V. Performance of six strawberry cultivars in tropical climate. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. 2015. Vol. 6, Iss. 3. P. 444–452.

47. Aune D., Giovannucci E., Boffetta P., Fadnes L.T., Keum N., Norat T. et al. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality – a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal Epidemiology*. 2017. Vol. 46. P. 1029–1056. DOI: <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>

48. Auzanneau N., Weber P., Kosińska-Cagnazzo A., Andlauer W. Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: Comparison of seven cultivars over three harvesting years. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018. Vol. 66. P. 81–89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.006>

49. Azam M., Ejaz S., Rehman R.N.U., Khan M., Qadri R. Postharvest quality management of strawberries. *Strawberry - Pre- and Post-Harvest*

Management Techniques for Higher Fruit Quality / T. Asao, M. Asaduzzaman (Eds.). IntechOpen, 2019. 156 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73748>

50. Balasooriya B.L.H.N., Dassanayake K., Ajlouni S. High temperature effects on strawberry fruit quality and antioxidant contents. *ISHS Acta Horticulturae* 1278: IV International Conference on Postharvest and Quality Management of Horticultural Products of Interest for Tropical Regions. 2020. P. 225–234. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1278.33>

51. Basu A., Nguyen A., Betts N.M., Lyons T.J. Strawberry as a functional food: an evidence-based review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2014. Vol. 54, No. 6. P. 790–806. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608174>

52. Beattie J., Crozier A., Duthie G.G. Potential health benefits of berries. *Current Nutrition & Food Science*. 2005. Vol. 1, Iss. 1. P. 71–86. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573401052953294>

53. Bhatta S., Stevanovic Janezic T., Ratti C. Freeze-drying of plant-based foods. *Foods*. 2020. Vol. 9, No. 1. P. 87. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9010087>

54. Bieniek A.A., Grygorieva O., Bielska N. Biological properties of honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.): A Review: The nutrition, health properties of honeysuckle. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*. 2021. Vol. 5, No. 2. P. 287–295. URL: <https://agrobiodiversity.uniag.sk/scientificpapers/article/view/390>

55. Bisht N., Pant P., Kumar A., Biswas S.S. Seasonal variation of factors influencing reproductive and vegetative growth in strawberry: A review. *Journal of Agriculture and Technology*. 2024. Vol. 11, No. 1-2. P. 165–178. URL: <https://www.cobacas.org.in/wp-content/uploads/2025/01/JAT-2024-Vol-11-1-2-1.pdf>

56. Bors B. et al. Haskap Breeding and Production-Final Report. Funded by the Agriculture Development Fund (ADF) of Saskatchewan Agriculture. 2012. 146 p.

57. Bors B. Blue Honeysuckle. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 2009. Vol. 17, Iss. 1.

58. Bruttini R., Liapis A.I. Freeze Drying. *Handbook of Industrial Drying*. CRC Press, 2007. 1276 p.
59. Bulgaru V., Gurev A., Baerle A., Dragancea V., Balan G., Cojocari D., Sturza R., Soran M-L., Ghendov-Mosanu A. Phytochemical, antimicrobial, and antioxidant activity of different extracts from frozen, freeze-dried, and oven-dried jostaberries grown in Moldova. *Antioxidants*. 2024. Vol. 13, Iss. 8. P. 890. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox13080890>
60. Castro I., Goncalves O., Teixeira J.A., Vicentesc A.A. Comparative study of Selva and Camarosa strawberries for the commercial market. *Journal of Food Science*. 2002. Vol. 67, Iss. 6. P. 2132–2137. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09515.x>
61. Cervantes L., Ariza M.T., Gómez-Mora J.A., Miranda L., Medina J.J., Soria C., Martínez-Ferri E. Light exposure affects fruit quality in different strawberry cultivars under field conditions. *Scientia Horticultura*. 2019. Vol. 252. P. 291–297. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.03.058>
62. Cervantes L., Ariza M.T., Miranda L., Lozano D., Medina J.J., Soria C., Martínez-Ferri E. Stability of fruit quality traits of different strawberry varieties under variable environmental conditions. *Agronomy*. 2020. Vol. 10, No. 9. P. 1242. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091242>
63. Chen L., Xin X., Yuan Q., Su D., Liu W. Phytochemical properties and antioxidant capacities of various colored berries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014. Vol. 94, Iss. 2. P. 180–188. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6216>
64. Cocco C., Magnani S., Maltoni M.L., Quacquarelli I., Cacchi M., Corrêa Antunes L.E., D'antuono L.F., Faedi W., Baruzzi G. Effects of site and genotype on strawberry fruits quality traits and bioactive compounds. *Journal of Berry Research*. 2015. Vol. 5. P. 145–155. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-150098>
65. Contessa C., Mellano MG., Beccaro G.L., Giusiano A., Botta R. Total antioxidant capacity and total phenolic and anthocyanin contents in fruit species grown in Northwest Italy. *Scientia Horticulturae*. 2013. Vol. 160. P. 351-357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.06.019>

66. Cortés-Rojas M.E., Mesa-Torres P.A., Grijalba-Rativa C.M, Pérez-Trujillo M.M. Yield and fruit quality of the blueberry cultivars Biloxi and Sharpblue in Guasca, Colombia. *Agronomía Colombiana*. 2016. Vol. 34, Iss. 1. P. 33–41. DOI: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1.54897>
67. Cory H., Passarelli S., Szeto J. Tamez M., Mattei J. The role of polyphenols in human health and food systems: a mini-review. *Frontiers in Nutrition*. 2018. Vol. 5. P. 87. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00087>
68. Cosmulescu S.N., Enescu I.C., Badea G., Vijan L.E. The influences of genotype and year on some biologically active compounds in honeysuckle berries. *Horticulturae*. 2023. Vol. 9, Iss. 4. P. 455. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9040455>
69. Crops and Livestock Products. *FAOSTAT*. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (accessed: 22.11.2024).
70. Da Silva F.L., Escribano-Bailón M.T., Alonso J.J.P., RivasGonzalo J.C., Santos-Buelga C. Anthocyanin pigments in strawberry. *LWT-Food Science and Technology*. 2007. Vol. 40, Iss. 2. P. 374-382. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.018>
71. Da Silva Pinto M., Lajolo F.M., Genovese M.I. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria*×*ananassa* Duch.). *Food Chemistry*. 2008. Vol. 107, Iss. 4. P. 1629–1635. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.10.038>
72. Daugaard H. Nutritional status of strawberry cultivars in organic production. *Journal of Plant Nutrition*. 2001. Vol. 24. P. 1337–1345. DOI: <https://doi.org/10.1081/PLN-100106985>
73. Değirmencioğlu N., Gürbüz O., Karatepe G.E., Irkin R. Influence of hot air drying on phenolic compounds and antioxidant capacity of blueberry (*Vaccinium myrtillus*) fruit and leaf. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2017. Vol. 90. P.115–125. DOI: <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2017.090.014>

74. Deineka V., Srokopudov V., Deineka L., Shaposhnik E., Koltsov S. Anthocyanins from fruit of some plants of the Caprifoliaceae family. *Chemistry of Natural Compounds*. 2005. Vol. 4, Iss. 2. P. 162–164.
75. Devassy B.M., George S. Estimation of strawberry firmness using hyperspectral imaging: a comparison of regression models. *Journal of Spectral Imaging*. 2021. Vol. 10. 14 p. DOI: <https://doi.org/10.1255/jsi.2021.a3>
76. Di Scala K.C., Crapiste G.H. Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *Food Science and Technology Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*. 2008. Vol. 41, No. 5. P. 789–795. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.06.007>
77. Di Vita G., Borrello M., Vecchio R., Gulisano G., D'Amico M. Purchasing drivers of fresh citrus fruits in urban Italy: is it all about taste. *Nutrients*. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 979. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12040979>
78. Dillwyn S., Kulastic J.A., Pragalyaashree M.M., Tiroutchelvame D. Impact of drying methods on the quality of bioactive components in tree tomato (*Cyphomandra betacea*). *Trends in Sciences*. 2022. Vol. 19, No. 2. P. 2060. DOI: <https://doi.org/10.48048/tis.2022.2060>
79. Donno D., Mellano M.G., Riondato I., Biaggi H.D., Andriamaniraka H., Gamba G., Beccaro G.L. Traditional and unconventional dried fruit snacks as a source of health-promoting compounds. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8, No. 9. P. 396. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox8090396>
80. Dziejczak E., Blaszczyk J., Bieniasz M., Dziadek K., Kopec A. Effect of modified (MAP) and controlled atmosphere (CA) storage on the quality and bioactive compounds of blue honeysuckle fruits (*Lonicera caerulea* L.). *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 265. ID: 109226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109226>
81. European Commission Agriculture and rural development: Fruit and vegetables. URL: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/fruit-and-vegetables_en#marketing-standards (accessed: 21.11.2022).

82. Farcasanu I.C., Gruia M., Popercu C., Oprea E., Baciú I. Ethanol extracts of *Lonicera caerulea* and *Sambucus nigra* berries exhibit antifungal properties upon heat-stressed *Saccharomyces cerevisiae* cells. *Revista de Chimie*. 2006. Vol. 57, Iss. 1. P. 79–81.
83. Fernandes F.A.N., Rodrigues S., Law C.L., Mujumdar A.S. Drying of exotic tropical fruits: a comprehensive review. *Food Bioprocess Technology*. 2011. Vol. 4. P. 163–185. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0323-7>
84. Fischer U.A., Carle R., Kammerer D.R. Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD-ESI/MSn. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 127, No. 2. P. 807–821. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.156>
85. Frejnagel S. Comparison of polyphenolic composition of extracts from honeysuckle, chokeberries and green tea – a short report. *Polish Journal Food and Nutrition Science*. 2007. Vol. 57, Iss. 1. P. 83–86.
86. Fu L., Okamoto H., Hoshino Y., Esaki Y., Kataoka T., Shibata Y. Efficient harvesting of japanese blue honeysuckle. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2011. Vol. 4, Iss. 1. P. 12–17. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1881-8366\(11\)80003-0](https://doi.org/10.1016/S1881-8366(11)80003-0)
87. Gawroński J., Żebrowska J., Pabich M., Jackowska I., Kowalczyk K., Dyduch-Siemińska M. Phytochemical characterization of blue honeysuckle in relation to the genotypic diversity of *Lonicera* sp. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, Iss. 18. P. 6545. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10186545>
88. Geng Z., Zhu L., Wang J., Yu X., Li M., Yang W., Hu B, Zhang Q., Yang X. Drying sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L.): Effects of different drying methods on drying kinetics, physicochemical properties, and microstructure. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1106009>
89. Gerbrandt E. Propagation, management and adaptation of the blue honeysuckle. ISHS Acta Horticulturae 1085: Proceedings of the 2014 Annual

Meeting of the International Plant Propagators Society. 2015. P. 289–292. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1085.53>

90. Gerbrandt E.M., Bors R.H., Chibbar R.N. Agronomic potential of fruit size and yield traits in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) foundation germplasm. *Euphytica*. 2018. Vol. 214. P. 107. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-018-2184-5>

91. Giampieri F., Forbes-Hernandez T.Y., Gasparri M., Alvarez-Suarez J.M., Afrin S., Bompadre S., Quiles J.L., Mezzetti B., Battino M. Strawberry as a health promoter: An evidence based review. *Food Function*. 2015. Vol. 6. P. 1386–1398. DOI: <https://doi.org/10.1039/c5fo00147a>

92. Giampieri F., Tulipani S., Alvarez-Suarez J.M., Quiles J.L., Mezzetti B., Battino M. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*. 2012. Vol. 28, Iss. 1. P. 9–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.08.009>

93. Gołba M., Sokół-Łętowska A., Kucharska A. Health properties and composition of honeysuckle berry *Lonicera caerulea* L. an update on recent studies. *Molecules*. 2020. Vol. 25, Iss. 5. P. 749. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25030749>

94. Golovinskaia O., Wang C.K. Review of functional and pharmacological activities of berries. *Molecules*. 2021. Vol. 26, Iss. 13. P. 3904. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26133904>

95. Grobelna A., Grobelny Z., Stachecka J., Łukaszewicz M. Biological properties of honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.): A Review. *Scientific Papers Series B, Horticulture*. 2021. Vol. 65, Iss. 2. P. 390–423.

96. Gruia M.I., Oprea E., Gruia I., Negoita V., Farcasanu I.C. The antioxidant response induced by *Lonicera caerulea* berry extracts in animal bearing experimental solid tumors. *Molecules*. 2009. Vol. 13, Iss. 5. P. 1195–1206. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules13051195>

97. Grygorieva O., Klymenko S., Kuklina A., Vinogradova Y., Vergun O., Horcinova Sedlackova V., Brindza J. Evaluation of *Lonicera caerulea* L. genotypes

based on morphological characteristics offruits germplasm collection. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 45, No. 6. P. 850–860. DOI: <https://doi.org/10.3906/tar-2002-14>

98. Guine R.P.F., Barroca M.J., Goncalves F.J., Alves M., Oliveira S., Mendes M. Artificial neural network modelling of the drying kinetics of pears. *Food and Bioproducts Processing*. 2015. Vol. 93. P. 146-155.

99. Guo R., Guo X., Li T., Fu X., Liu R.H. Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *Food Chemistry*. 2017. Vol. 221. P. 997–1003. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.063>

100. Guyenet S.J. Impact of whole, fresh fruit consumption on energy intake and adiposity: a systematic review. *Frontiers Nutrition*. 2019. Vol. 6. P. 66. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00066>

101. Han J.H. United State Patent Application. 2011. No. 12/581,983.

102. Hancock J.F. Strawberries. *Temperate fruit crops in warm climates* / Amnon Erez (Ed.). Dordrecht: Springer, Netherlands, 2000. P. 445–455.

103. Hawlader M.N.A., Perera C.O., Tian M., Yeo K.L. Drying of guava and papaya: Impact of different drying methods. *Drying Technology*. 2006. Vol. 24, No. 1. P. 77–87. DOI: <https://doi.org/10.1080/07373930500538725>

104. Hernández-Martínez N.R., Blanchard C., Wells D., Salazar-Gutiérrez M.R. Current state and future perspectives of commercial strawberry production: A review. *Scientia Horticulturae*. 2023. Vol. 312. ID: 111893. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111893>

105. Hummer K., Pomper K., Postman J. et al. Emerging Fruit Crops / M. Badenes, D. Byrne (Eds.). *Fruit Breeding*. Handbook of Plant Breeding: Springer, Boston, MA, 2012. P. 97–147. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0763-9_4

106. Hummer K.E. Blue honeysuckle: a new berry crop for North America. *Journal American Pomology Society*. 2006. Vol. 60, Iss. 1. P. 3–8.

107. Jaakola L., Määttä-Riihinen K., Kärenlampi S., Hohtola A. Activation of flavonoid biosynthesis by solar radiation in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves.

Planta. 2004. Vol. 218, Iss. 5. P. 721–728. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-003-1161-x>

108. Joshi A., Rupasinghe H., Khanizadeh S. Impact of drying processes on bioactive phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of red-fleshed apple slices. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2011. Vol. 35, Iss. 4. P. 453–457. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2010.00487.x>

109. Joshi A., Rupasinghe H., Pitts N. Comparison of nonfried apple snacks with commercially available fried snacks. *Food Science and Technology International*. 2011. Vol. 17, Iss. 3. P.249–255. DOI: <https://doi.org/10.1177/1082013210382337>

110. Josuttis M., Dietrich H., Patz C.D., Krüger E. Effects of air and soil temperatures on the chemical composition of fruit and agronomic performance in strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2011. Vol. 86, Iss. 4. P. 415–421. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2011.11512783>

111. Jovanovic M., Petrovic M., Miocinovic J., Zlatanovic S., Petronijevic J.L., Mitic-Culafic D., Gorjanovic S. Bioactivity and sensory properties of probiotic yogurt fortified with apple pomace flour. *Foods*. 2020. Vol. 9 , No. 6. P. 763. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9060763>

112. Jurikova T., Matuskovic J., Gazdik Z. Effect of irrigation on intensity of respiration and study of sugar and organic content in different development stages of *Lonicera kamtschatica* and *Lonicera edulis* berries. *Horticultural Science*. 2009. Vol. 36. P. 14–20. DOI: <https://doi.org/10.17221/45/2008-HORTSCI>

113. Kadomura-Ishikawa Y., Miyawaki K., Noji S., Takahashi A. Phototropin 2 is involved in blue light-induced anthocyanin accumulation in *Fragaria*×*ananassa* fruits. *Journal of Plant Research*. 2013. Vol. 126. P. 847-857. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10265-013-0582-2>

114. Karam M.C., Petit J., Zimmer D., Djantou E.B., Scher J. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. *Journal*

of *Food Engineering*. 2016. Vol. 188. P. 32–49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.05.001>

115. Kaur S. Barriers to consumption of fruits and vegetables and strategies to overcome them in low-and middle-income countries: a narrative review. *Nutrition Research Reviews*. 2023. Vol. 36, Iss. 2. P. 420–447. DOI: <https://doi.org/10.1017/s0954422422000166>

116. Kaya A., Aydın O., Kolaylı S. Effect of different drying conditions on the vitaminC (ascorbic acid) content of Hayward kiwifruits (*Actinidia deliciosa* Planch). *Food Bioproduct Processing*. 2010. Vol. 88, No. 2. P. 165–173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2008.12.001>

117. Kemp A.H., Quintana D.S., Felmingham K.L., Matthews S., Jelinek H.F. Depression, comorbid anxiety disorders, and heart rate variability in physically healthy, unmedicated patients: implications for cardiovascular risk. *PLoS One*. 2012. Vol. 7, Iss. 2. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030777>

118. Khammayom N., Maruyama N., Chaichana C. The effect of climatic parameters on strawberry production in a small walk-in greenhouse. *AgriEngineering*. 2022. Vol. 4, Iss. 1. P. 104–121. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriengineering4010007>

119. Khattab R., Brooks M.S.L., Ghanem A. Phenolic analyses of haskap berries (*Lonicera caerulea* L.): Spectrophotometry versus high performance liquid chromatography. *International Journal of Food Properties*. 2016. Vol. 19, Iss. 8. P. 1708–1725.

120. Kishimoto Y., Taguchi C., Iwashima T., Kobayashi T., Kikoku Y., Nishiyama H., Masuda Y, Kondo K. Effects of acute strawberry consumption on serum levels of vitamin C and folic acid, the antioxidant potential of LDL and blood glucose response: a randomised cross-over controlled trial. *Journal of Nutritional Science*. 2023. Vol. 12. P. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1017/jns.2022.117>

121. Kosinska A., Karamac M., Estrella I., Hernandez T., Bartolome B., Dykes G.A. Phenolic compounds profile, antioxidant capacity, and antimicrobial

activity of strawberry cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2013. Vol. 31, Iss. 1. P. 123-130.

122. Krakowska-Sieprawska A., Walczak-Skierska J., Pomastowski P., Sobolewska R., Głogowski J., Bernat C., Rafińska K. Advanced extraction techniques for bioactive compounds from berry fruits: enhancing functional food applications. *Foods*. 2024. Vol. 13, Iss. 24. P. 4115. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13244115>

123. Krüger E., Josuttis M., Nestby R., Toldam-Andersen T.B., Carlen C., Mezzetti B. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. *Journal of Berry Research*. 2012. Vol. 2, Iss. 3. P. 143–157. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-036>

124. Krzykowski A., Dziki D., Rudy S., Polak R., Biernacka B., Gawlik-Dziki U., Janiszewska-Turak E. Effect of air-drying and freeze-drying temperature on the process kinetics and physicochemical characteristics of white mulberry fruits (*Morus alba* L.). *Processes*. 2023. Vol. 11, Iss. 3. P. 750. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr11030750>

125. Kumar R., Bakshi P., Singh M., Singh A., Vikas V., Srivatava J., Kumar V., Gupta V. Organic production of strawberry: A review. *International Journal of Chemical Sciences*. 2018. Vol. 6, Iss. 3. P. 1231–1236.

126. Laugale V., Dane S., Strautiņa S., Kalniņa I. Influence of vermicompost on strawberry plant growth and dehydrogenase activity in soil. *Agronomy Research*. 2020. Vol. 18, Iss. 4. P. 2742–2751. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.20.223>

127. Lee J., Jo D.G., Park D., Chung H.Y., Mattson M.P. Adaptive cellular stress pathways as therapeutic targets of dietary phytochemicals: focus on the nervous system. *Pharmacological Reviews*. 2014. Vol. 66. P. 815–868. DOI: <https://doi.org/10.1124/pr.113.007757>

128. Lipecki J., Janisz A., Szember E. Zawartość niektórych składników chemicznych w owocach roślin mało znanych. *Folia Horticulture Supplement*. 2003. Vol. 1. P. 224–226.

129. Liu R.H. Dietary bioactive compounds and their health implications. *Journal of Food Science*. 2013. Vol. 78. P. 18–25. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12101>
130. Liu Y., Zhang Z., Hu L. High efficient freeze-drying technology in food industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022. Vol. 62, Iss. 12. P. 3370–3388. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1865261>
131. Lobell D.B., Field C.B. California perennial crops in a changing climate. *Climatic Change*. 2011. Vol. 109. P. 317–333. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0303-6>
132. Lohachoompol V. Effects of drying on anthocyanins in blueberries: doctoral dissertation. UNSW Sydney, 2007. 187 p. URL: <https://unsworks.unsw.edu.au/entities/publication/3bf95ff2-a46b-4d7d-9af9-80d848154884>
133. López J., Uribe E., Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Gonzalez E., Di Scala K. Effect of air temperature on drying kinetics, vitamin C, antioxidant activity, total phenolic content, non-enzymatic browning and firmness of blueberries variety O'Neil. *Food Bioprocess Technology*. 2010. Vol. 3. P. 772–777. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0306-8>
134. MacKenzie S., Legard D., Timmer L., Chandler C., Peres N. Resistance of strawberry cultivars to grown rot caused by *Colletotrichum gloeosporioides* isolates from Florida is nonspecific. *Plant Disease*. 2006. Vol. 90, Iss. 8. P. 1091–1097. DOI: <https://doi.org/10.1094/pd-90-1091>
135. Małodobry M., Bieniasz M., Dziedzic E. Evaluation of the yield and some components in the fruit of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *edulis* Turcz. Freyn.). *Folia Horticulturae*. 2010. Vol. 22, Iss. 1. P. 45–50. DOI: <https://doi.org/10.2478/fhort-2013-0150>
136. Marques L.G., Prado M.M., Freire J.T. Rehydration characteristics of freeze-dried tropical fruits. *Journal of Food Science and Technology*. 2009. Vol. 42, No. 7. P. 1232–1237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.02.012>

137. Maskey M.L., Pathak T.B., Dara S.K. Weather based strawberry yield forecasts at field scale using statistical and machine learning models. *Atmosphere*. 2019. Vol. 10, Iss. 7. P. 378. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos10070378>
138. Mattson M.P. What doesn't kill you ... *Scientific American*. 2015. Vol. 313. P. 40–45. DOI: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0715-40>
139. Mattson M.P., Cheng A. Neurohormetic phytochemicals: low-dose toxins that induce adaptive neuronal stress response. *Trends in Neurosciences*. 2006. Vol. 29. P. 632–639. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.09.001>
140. Matušковиč J., Juríková T., Jurík I., Šimko J., Gazdík Z. The content of anthocyanins and ascorbic acid in the genofond of 22 clones of *Lonicera kamtschatica* (Sevast) Pojark. Gerda/25. *Agriculture*. 2009. Vol. 55, Iss. 2. P. 88–94.
141. Medici M., Canavari M., Toselli M. Interpreting environmental impacts resulting from fruit cultivation in a business innovation perspective. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, No. 23. P. 9793. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12239793>
142. Mejia-Meza E.I., Yanez J.A., Davies N.M., Rasco B., Younce F., Remsberg C.M., Clary C. Improving nutritional value of dried blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) combining microwave-vacuum, hot-air drying and freeze drying technologies. *International Journal of Food Engineering*. 2008. Vol. 4, Iss. 5. P. 34. DOI: <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1364>
143. Menzel C.M. A review of productivity in strawberries: marketable yield has a linear, but inconsistent relationship with total yield, and cannot be predicted from total yield. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 96, Iss. 2. P. 135–144. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2020.1808086>
144. Mezhenskyj V., Kondratenko T., Mazur B., Shevchuk N., Andrusyk Y., Kuzminets O. Results of ribes breeding at the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. *Agricultural Sciences*. 2020. Vol. 35. P. 22-26. DOI: <https://doi.org/10.22616/rrd.26.2020.003>
145. Mezzetti B., Giampieri F., Zhang Y.T., Zhong C.F. Status of strawberry breeding programs and cultivation systems in Europe and the rest of the world.

Journal of Berry Research. 2018. Vol. 8, Iss. 3. P. 205–221. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-180314>

146. Michalska A., Wojdylo A., Lech K., Figiel A. Effect of different drying techniques on physical properties, total polyphenols and antioxidant capacity of blackcurrant pomace powders. *LWT – Food Science and Technology*. 2017. Vol. 78. P. 114-121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.008>

147. Molina A.K., Vega E.N., Pereira C., Dias M.I., Heleno S.A., Rodrigues P. et al. Promising antioxidant and antimicrobial food colourants from *Lonicera caerulea* L. var. kamtschatica. *Antioxidants*. 2019. Vol. 8, Iss. 9. P. 394. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox8090394>

148. Moll J., Fogoros J., Richard N. Can strawberries lower your cholesterol. 2019. URL: <https://www.verywellhealth.com/can-strawberries-lower-your-cholesterol-697913>

149. Moor U., Karp K., Pöldma P., Pae A. Cultural systems affect content of anthocyanins and vitamin C in straw berry fruits. *European Journal of Horticultural Science*. 2005. Vol. 70, Iss. 4. P. 195–201.

150. Mphahlele R.R., Fawole O.A., Makunga N.P., Opara U.L. Effect of drying on the bioactive compounds, antioxidant, antibacterial and antityrosinase activities of pomegranate peel. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2016. Vol. 16., No. 1. P. 143. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1132-y>

151. Mrkic V., Cocci E., Dalla Rosa M., Sacchetti G. Effect of drying conditions on bioactive compounds and antioxidant activity of broccoli (*Brassica oleracea* L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2006. Vol. 86, Iss. 10. P. 1559-1566. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2554>.

152. Mujumdar A.S. Handbook of Industrial Drying. 4nd ed. 2014. 1348 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/b17208>

153. Munzenmayer P., Ulloa J., Pinto M., Ramirez C., Valencia P., Simpson R., Almonacid S. Freeze-drying of blueberries: Effects of carbon dioxide (CO₂) laser perforation as skin pretreatment to improve mass transfer, primary drying

time, and quality. *Foods*. 2020. Vol. 9, Iss. 2. P. 211. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9020211>

154. Murin A., Anwar A., Aleena S., Qin H., Hu B.-Effect of freeze-drying on apple pomace and pomegranate peel powders used as a source of bioactive ingredients for the development of functional yogurt. *Journal of Food Quality*. 2022. ID: 3327401. P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/3327401>

155. Murugaiyah V., Mattson M.P. Neurohormetic phytochemicals: An evolutionary-bioenergetic perspective. *Neurochemistry International*. 2015. Vol. 89. P. 271–280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2015.03.009>

156. Musilová J., Trebichalský P., Timoracká M., Bystrická J. Cultivar as one of the factors affecting the anthocyanin content and antioxidant activity in strawberry fruits. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2013. Vol. 2, Iss. 1. P. 1765–1775.

157. Nagai T., Tamai M., Sato M. et al. Characterization and functional properties of new everbearing strawberry (*Fragaria x ananasa* Duch.) cultivar, ‘Summertiarra’ berries. *Functional Foods in Health and Disease*. 2014. Vol. 4, No. 1. P. 1-22. DOI: <https://doi.org/10.31989/ffhd.v4i1.27>

158. Nagamatsu S., Tsubone M., Wada T., Oku K., Mori M., Hirata C., Hayashi A., Tanabata T., Isobe S., Takata K., Shimomura K. Strawberry fruit shape: quantification by image analysis and QTL detection by genome-wide association analysis. *Breeding Science*. 2021. Vol. 71, Iss. 2. P. 167–175. DOI: <https://doi.org/10.1270/jsbbs.19106>

159. NHS. 5 A Day portion sizes - NHS: Live Well. 2015. URL: <https://www.nhs.uk/live-well/eat-well/5-a-day/portion-sizes/> (accessed: 6.29.2023).

160. Nile S.H., Park S.W. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*. 2014. Vol. 30, Iss. 2. P. 134–144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.04.007>

161. Nireesha Gr., Divya L., Sowmya C., Venkateshan N., Babu M.N., Lavakumar V. Lyophilization/Freeze Drying - An Review. *International Journal of Novel Trends in Pharmaceutical Sciences*. 2013. Vol. 3, Iss. 4. P. 87–98.

162. Nunes M.C.M., Brecht J.K., Morais A.M.M.B., Sargent S.A. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biology and Technology*. 1995. Vol. 6. P. 17–28.
163. Ochmian I., Grajkowski J. Growth and yielding of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) three cultivars in Western Pomerania in first years after planting. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*. 2007. Vol. 41. P. 351–355.
164. Ochmian I.D., Skupien K., Grajkowski J., Smolik M., Ostrowska K. Chemical composition and physical characteristics of fruits of two cultivars of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) in relation to their degree of maturity and harvest date. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2012. Vol. 40, Iss. 1. P. 155–162. URL: <https://notulaebotanicae.ro/index.php/nbha/article/view/7314/6830>
165. Oliveira A.S., Niro C.M., Bresolin J.D., Soares V.F., Ferreira M.D., Sivieri K., Azeredo H.M. Dehydrated strawberries for probiotic delivery: Influence of dehydration and probiotic incorporation methods. *LWT-Food Science and Technology*. 2021. Vol. 144, 111105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111105>
166. Onwude D.I., Hashim N., Janius R.B., Nawi N.M., Abdan K. Modeling the thin-layer drying of fruits and vegetables: a review. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2016. Vol. 15, Iss. 3. P.599-618. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12196>
167. Orsavová J., Sytařová I., Mlček J., Mišurcová L. Phenolic compounds, vitamins C and E and antioxidant activity of edible honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* Pojark) in relation to their origin. *Antioxidants*. 2022. Vol. 11, Iss. 2. P. 433. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11020433>
168. Osatuke A., Pritts M. Strawberry flavor is influenced by the air temperature differential during fruit development but not management practices. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, Iss. 3. P. 606. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11030606>
169. Osowski A., Kasperek A., Wieczorek Z., Amarowicz R., Szabelski M. Evaluation of the characteristics of some plant polyphenols as molecules intercepting mitoxantrone. *Food Chem.* 2017. Vol. 227. P. 142–148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.083>

170. Oszmiański J., Wojdyło A. Comparative study of phenolic content and antioxidant activity of strawberry puree, clear, and cloudy juices. *European Food Research and Technology*. 2009. Vol. 228, Iss. 4. P. 623-631. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-008-0971-2>
171. Paes J., Dotta R., Barbero G.F., Martínez J. Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) residues using supercritical CO₂ and pressurized liquids. *Journal of Supercritical Fluids*. 2014. Vol. 95. P. 8–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2014.07.025>
172. Palencia P., Martínez F., Medina J.J., López-Medina J. Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. *Horticultura Brasileira*. 2013. Vol. 31. P. 93–99. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000100015>
173. Palencia P., Martinez F., Medina J.J., Vázquez E., Flores F., López-Medina J. Effects of climate change on strawberry production. *ISHS Acta Horticulture* 838: Workshop on Berry Production in Changing Climate Conditions and Cultivation Systems. COST-Action 863: Euroberry Research: from Genomics to Sustainable Production, Quality and Health. 2008. P. 51–54. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.838.6>
174. Palikova I., Heinrich J., Bednar P., Marhol P. et al. Constituents and antimicrobial properties of blue honeysuckle: A novel source for phenolic antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56, Iss. 24. P. 11883-11889. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf8026233>
175. Panche A.N., Diwan A.D., Chandra S.R. Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*. 2016. Vol. 5. P. 47. DOI: <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
176. Patthamakanokporn O., Prapasri P., Anadi N., Prapaisri P.S. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2008. Vol. 21, Iss. 3. P. 241–248. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.10.002>

177. Paulovicsová B., Turianica I., Jurková T., Baloghová M., Matuškovič J. Antioxidant properties of selected less common fruit species. *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii*. 2009. Vol. 42, Iss. 1. P. 608–614.
178. Pellegrini N., Serafini M., Salvatore S., Del Rio D., Bianchi M., Brighenti F. Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different *in vitro* assays. *Molecular Nutrition Food Research*. 2006. Vol. 50. P. 1030–1038. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600067>
179. Pem D., Jeewon R. Fruit and vegetable intake: benefits and progress of nutrition education interventions-narrative review article. *Iranian Journal of Public Health*. 2015. Vol. 44. P. 1309–1321.
180. Peng X., Wang B., Wang X., Ni B., Zuo Z. Variations in aroma and specific flavor in strawberry under different colored light-quality selective plastic film. *Flavour and Fragrance Journal*. 2020. Vol. 35, Iss. 3. P. 350–359. DOI: <https://doi.org/10.1002/ffj.3569>
181. Pérez-Gregorio M.R., Garcia-Falcon M.S., Simal-Gandara J. Flavonoids changes in fresh-cut onions during storage in different packaging systems. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 124, No. 2. P. 652–658. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.06.090>
182. Pérez-Gregorio M.R., Regueiro J., Alonso-Gonzales E., Pastrana-Castro L.M., Simal-Gandara J. Influence of alcoholic fermentation process on antioxidant activity and phenolic levels from mulberries (*Morus nigra* L.). *LWT-Food Science and Technology*. 2011. Vol. 44, Iss. 8. P. 1793–1801. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.03.007>
183. Pérez-Gregorio M.R., Regueriro J., Gonzales-Barreiro C., Rial-Jtero R., Simal-Gandara J. Changes in antioxidant flavonoids during freeze-drying of red onions and subsequent storage. *Food Control*. 2011. Vol. 22, Iss. 7. P. 1108–1113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.01.006>

184. Pokorná T., Matušковиč J. Assessment of nutritional value of *Lonicera kamtschatica* and *Lonicera edulis* berries using fuzzy clustering method II. *Acta Horticulturae et Regiotecturae*. 2009. Vol. 11. P. 35–38.
185. Poll L., Petersen M.B., Nielsen G.S. Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titratable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. 'Stevnsbær'). *European Food Research and Technology*. 2003. Vol. 216. P. 212–216. DOI: <https://doi.org/10.1007/S00217-002-0641-8>
186. Ponder A., Najman K., Aninowski M., Leszczyńska J., Głowacka A., Bielarska A.M., Lasinskas M., Hallmann E. Polyphenols content, antioxidant properties and allergenic potency of organic and conventional blue honeysuckle berries. *Molecules*. 2022. Vol. 27, Iss. 18. P. 6083. DOI: <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/18/6083>
187. Qi Y., Yu F., Wang X., Wan N., Yang M., Wu Z., Li Y. Drying of wolfberry fruit juice using low-intensity pulsed ultrasound. *LWT-Food Science and Technology*. 2021. Vol. 141. 110953. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110953>
188. Que F., Mao L., Fang X., Wu T. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. *International Journal of Food Science and Technology*. 2008. Vol. 43, Iss. 7. P. 1195–1201. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01590.x>
189. Ratti C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of Food Engineering*. 2001. Vol. 49, No. 4. P. 311–319. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00228-4)
190. Rawson A., Patras A., Tiwari B.K., Noci F., Koutchma T., Brunton N. Effect of thermal and non thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. *Food Research International*. 2011. Vol. 44, No. 7. P. 1875–1887. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.053>

191. Reyes A., Evseev A., Mahn A., Bubnovich V., Bustos R., Scheuermann E. Effect of operating conditions in freeze-drying on the nutritional properties of blueberries. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2011. Vol. 62, Iss. 3. P. 303–306. DOI: <https://doi.org/10.3109/09637486.2010.534078>
192. Rodrigues A.S., Pérez-Gregorio M.R., García-Falcón M.S., Simal-Gándara J. Effect of curing and cooking on flavonols and anthocyanins in traditional varieties of onion bulbs. *Food Research International*. 2009. Vol. 42, Iss. 9. P. 1331–1336. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2009.04.005>
193. Rupasinghe H.V., Arumuggam N., Amararathna M., De Silva A.B.K.H. The potential health benefits of haskap (*Lonicera caerulea* L.): Role of cyanidin-3-O-glucoside. *Journal of Functional Foods*. 2018. Vol. 44. P. 24–39. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.023>
194. Rupasinghe H.V., Joshi A.P. Phytochemicals and health benefits of dried apple snacks. *Dried Fruits: Phytochemicals and Health Effects* / C. Alasalvar, F. Shahidi (Eds.). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2013. P. 211–225. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118464663.ch11>
195. Sadowska A., Rakowska R., Swiderski F., Kulik K., Hallmann E. Properties and microstructure of blackcurrant powders prepared using a new method of fluidized-bed jet milling and drying versus other drying methods. *CYTA-Journal of Food*. 2019. Vol. 17, No. 1. P. 439–446. DOI: <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1596985>
196. Sadowska A., Świderski F., Hallmann E. Bioactive, physicochemical and sensory properties as well as microstructure of organic strawberry powders obtained by various drying methods. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, No. 14. P. 4706. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10144706>
197. Sadowska A., Świderski F., Rakowska R., Hallmann E. Comparison of quality and microstructure of chokeberry powders prepared by different drying methods, including innovative fluidised bed jet milling and drying. *Food Science and Biotechnology*. 2019. Vol. 28. P. 1073–1081. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00556-1>

198. Sagar V.R., Suresh Kumar P. Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 47. P. 15–26. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0010-8>
199. Samaticha J., Wojdylo A., Lech K. The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. *LWT - Food Science and Technology*. 2016. Vol. 66. P. 484–489. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.073>
200. Sangiorgio D., Cellini A., Spinelli F., Donati I. Promoting strawberry (*Fragaria × ananassa*) stress resistance, growth, and yield using native bacterial biostimulants. *Agronomy*. 2023. Vol. 13, Iss. 3. P. 529. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy13020529>
201. Santos P.H.S., Silva M.A. Retention of vitamin C in drying processes of fruit and vegetables – A review. *Drying Technology*. 2008. Vol. 26. P. 1412-1437.
202. Sarıdaş M.A. Seasonal variation of strawberry fruit quality in widely grown cultivars under Mediterranean climate condition. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021. Vol. 97. P.103733. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103733>
203. Savini G., Neri D., Zucchini F., Sugiyama N. Strawberry growth and flowering: an architectural model. *International Journal of Fruit Science*. 2005. Vol. 5, Iss. 1. P. 29–50. DOI: https://doi.org/10.1300/J492v05n01_04
204. Scheuermann E., Seguel I., Montenegro A., Bustos R., Hormazabal E., Quiroz A. Evolution of aroma compounds of murtila fruits (*Ugni Molinae Turcz*) during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2008. Vol. 88, No. 3. P. 485–492. DOI: <https://doi.org/10.1002/JSFA.3111>
205. Schwieterman M.L., Colquhoun T.A., Jaworski E.A., Bartoshuk L.M., Gilbert J.L., Tieman D.M. et al. Strawberry flavor: diverse chemical compositions, a seasonal influence, and effects on sensory perception. *PLoS ONE*. 2014. Vol. 9, Iss. 2: e88446. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088446>
206. Seeram N.P. Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease.

Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2008. Vol. 56, Iss. 3. P. 627–629. DOI: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf071988k>

207. Seeram N.P. Recent trends and advances in berry health benefits research. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58, Iss. 7. P. 3869–3870. DOI: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf902806j>

208. Selamovska A. Strawberry: factors of high yield. *Strawberry, Cultivation, Antioxidant Properties and Health* / N. Malone (Ed.). Nova Science Publishers, New York. P. 121-188.

209. Senica M., Bavec M., Stampar F., Mikulic-Petkovsek M. Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* subsp. *edulis* (Turcz. ex Herder) Hultén.) berries and changes in their ingredients across different locations. *Science of Food and Agriculture*. 2018. Vol. 98, No. 9. P. 3333–3342. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8837>

210. Senica M., Stampar F., Mikulic-Petkovsek M. Blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L. subs. *edulis*) berry; A rich source of some nutrients and their differences among four different cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2018. Vol. 238. P. 215–221. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.056>

211. Serçe S., Hancock J.F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. *Scientia Horticulturae*. 2005. Vol. 103, Iss. 2. P. 167–177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.04.017>

212. Sgorbini B., Cagliero C., Acquadro S., Marengo A., Cordero C., Liberto E., Bicchi C., Rubiolo P. Evaluation of volatile bioactive secondary metabolites transfer from medicinal and aromatic plants to herbal teas: Comparison of different methods for the determination of transfer rate and human intake. *Journal of Chromatography A*. 2019. Vol. 1594. P. 173–180. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.02.012>

213. Shahidi F., Tan Z. Raisins: Processing, phytochemicals, and health benefits. *Dried Fruits: Phytochemicals and Health Effects* / C. Alasalvar, F. Shahidi

(Eds.). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2013. P. 372–392. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118464663.ch20>

214. Sharma A., Lee H.-J. *Lonicera caerulea*: An updated account of its phytoconstituents and health-promoting activities. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 107. P. 130–149. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.013>

215. Shevchuk L., Hrynyk R. The influence of genetic traits of the variety on the preservation of bioactive compounds in blue honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) fruits during sublimation and drying. *Plant and Soil Science*. 2025. Vol. 16, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant2.2025.37>

216. Shevchuk L., Tereshchenko Y., Vintskovska Y., Levchuk L., Babenko S., Hrynyk R. Yield and content of biologically active substances in blue honeysuckle fruit (*Lonicera caerulea* L.) grown in the Forest Steppe of Ukraine. *Agronomy Research*. 2022. Vol. 20, No. 4. P. 814–826. DOI: <https://doi.org/10.15159/ar.22.068>

217. Shevchuk L., Vintskovska Yu., Levchuk L., Babenko S., Hrynyk R. Sensory and bioactive quality indicators of fresh and dried blue honeysuckle fruits (*Lonicera caerulea* L.). *Plant and Soil Science*. 2023. Vol. 13, No 4. P. 98–110. DOI: <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.98>

218. Shevchuk L.M., Hrynyk R.I. Content of biologically active substances in strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) grown in the Forest-Steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2025. Vol. 12, No. 2. P. 42–53. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp12.02.042>

219. Shofian N.M., Hamid A.A., Osman A., Saari N., Anwar F., Dek M.S., Hairuddin M.R. Effect of freeze-drying on the antioxidant compounds and antioxidant activity of selected tropical fruits. *International Journal of Molecular Sciences*. 2011. Vol. 12, No. 7. P. 678–4692. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms12074678>

220. Silicka I., Dembovska I., Teirumnieka Ē., Dembovskis I. Analysis of hiking food processing technologies on the market. *Journal of Regional Economic*

and Social Development. 2020. Vol. 12. P. 171–181. DOI: <https://doi.org/10.17770/jresd2020vol1.12.5398>

221. Simkova K., Veberic R., Hudina M. et al. Variability in ‘Capri’ everbearing strawberry quality during a harvest season. *Foods*. 2023. Vol. 12, Iss. 6. P. 1349. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12061349>

222. Sirijan M., Pipattanawong N., Saeng-On B., Chaiprasart P. Anthocyanin content, bioactive compounds and physico-chemical characteristics of potential new strawberry cultivars rich in anthocyanins. *Journal of Berry Research*. 2020. Vol. 10, Iss. 3. P. 397–410. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR190487>

223. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J., Jurikova T., Sochor J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 16. P. 24673–24706. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>

224. Skupień K., Ochmian I., Grajkowski J. Influence of ripening time on fruit chemical composition of two blue honeysuckle cultigens. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2009. Vol. 17, Iss. 1. P. 101–111.

225. Skupień K., Oszmiański J., Ochman I., Grajkowski J. Characterization of selected physico-chemical features of blue honeysuckle fruit cultivar Zielona. *Polish Journal Natural Science*. 2007. Vol. 4. P. 101–107.

226. Slavin J.L., Lloyd B. Health benefits of fruits and vegetables. *Advances in Nutrition*. 2012. Vol. 3, Iss. 4. P. 506–516. DOI: <https://doi.org/10.3945/an.112.002154>

227. Sorrenti V., Burò I., Consoli V., Vanella L. Recent advances in health benefits of bioactive compounds from food wastes and by-products: Biochemical aspects. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023. Vol. 24, Iss. 3. P. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms24032019>

228. Spiller G.A., Story J.A., Furumoto E.J., Chezem J.C., Spiller M. Effect of tartaric acid and dietary fibre from sun-dried raisins on colonic function and on bile acid and volatile fatty acid excretion in healthy adults. *British Journal of Nutrition*. 2003. Vol. 90, No. 4. P. 803–807. DOI: <https://doi.org/10.1079/bjn2003966>

229. Stamenković Z., Pavkov I., Radojčin M., Tepić Horecki A., Kešelj K., Bursać Kovačević D., Putnik P. Convective drying of fresh and frozen raspberries and change of their physical and nutritive properties. *Foods*. 2019. Vol. 8, Iss. 7. P. 251. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8070251>
230. Stevanović S.M. Retention of berry fruits quality by freeze–drying: challenges and results. ISAE-2021 Book of abstract: The V International Symposium on Agricultural Engineering / A. Dimitrijević, I. Zlatanović (Eds.). Belgrade, Serbia, 2021. P. 24.
231. Strumillo C., Jones P.L., Zylla R. Energy aspects in drying. *Handbook of Industrial Drying* / A.S. Mujumdar (Ed.). 2014. P. 20 DOI: <https://doi.org/10.1201/b17208-59>
232. Sun Y., Zhang M., Mujumdar A. Berry drying: Mechanism, pretreatment, drying technology, nutrient preservation, and mathematical models. *Food Engineering Reviews*. 2019. Vol. 11, Iss. 10. P. 61–77. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12393-019-9188-3>
233. Sunjka P.S., Raghavan G.S.V. Assessment of pretreatment methods and osmotic dehydration for cranberries. *Canadian Biosystems Engineering*. 2004. Vol. 46, Iss. 1. P. 45–48. URL: <https://surl.lu/sntrtp>
234. Szot I., Lipa T. Estimating the fruit quality after application the pruning of blue honeysuckle bushes. *Modern Phytomorphology*. 2013. Vol. 4. P. 51–54. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.161181>
235. Szot I., Wieniarska K. Variability of biological properties of honeyberry fruits (*Lonicera caerulea L. var. kamtschatica Sevast.*) depending on the variety and growing conditions. *Annales UMCS Sectio E*. 2012. Vol. 6, Iss. 2. P. 27–37.
236. Taparauskiene L., Miseckaitė O. Effect of mulch on soil moisture depletion and strawberry yield in Sub-Humid Area. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2014. Vol. 23, No. 2. P. 475–482.
237. Thompson M.M, Chaovanalikit A. Preliminary observation on adaptation and nutraceutical values of blue honeysuckle (*Lonicera caerulea*) in Oregon, USA. *ISHS Acta Horticulturae* 626: XXVI International Horticultural

Congress: Berry Crop Breeding, Production and Utilization for a New Century. 2003. P. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.626.8>

238. Thompson M.M. Caprifoliaceae. *The Encyclopedia of Fruit and Nuts* / J. Janick, R.E. Paull (Eds.). CAB International: London, UK, 2008. P. 232–236. DOI: <https://doi.org/10.5860/CHOICE.46-5375>

239. Tuell J.K., Isaacs R. Weather during bloom affects pollination and yield of highbush blueberry. *Journal of Economic Entomology*. 2010. Vol. 103, Iss. 3. P. 557–562. DOI: <https://doi.org/10.1603/EC09387>

240. Turan A. Effect of drying methods on nut quality of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 55, No. 11. P. 4554–4565. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3391-8>

241. Urün I., Attar S.H., Sönmez D.A., Gündeşli M.A., Ercişli S., Kafkas N.E., Bandić L. M., Duralija B. Comparison of Polyphenol, Sugar, Organic Acid, Volatile Compounds, and Antioxidant Capacity of Commercially Grown Strawberry Cultivars in Turkey. *Plants*. 2021. Vol. 10, Iss. 8. P. 1654. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10081654>

242. Vasco C., Ruales J., Kamal-Eldin A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*. 2008. Vol. 111, Iss. 4. P. 816–823. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>

243. Vega-Gálvez A., Ah-Hen K., Chacana M., Vergara J., Martínez-Monzó J., García-Segovia P., Lemus-Mondaca R., Di Scala K. Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, colour, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food Chem*. 2012. Vol. 132, Iss. 1. P. 51-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.029>

244. Vuletić M.V., Dugalić K., Mihaljević I., Tomaš V., Vuković D., Zdunić Z. et al. Season, location and cultivar influence on bioactive compounds of sour cherry fruits Original Paper. *Plant, Soil and Environment*. 2017. Vol. 63, No. 9. P. 389–395. URL: <https://pse.agriculturejournals.cz/magno/pse/2017/mn9.php>

245. Wang S.H.Y., Zheng W. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2001. Vol. 49, Iss. 10. P. 4977–4982. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0106244>
246. Wang S.Y. Antioxidants and health benefits of strawberries. *ISHS Acta Horticulturae 1049: VII International Strawberry Symposium*. 2012. P. 49–62. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1049.1>
247. Wang S.Y., Camp M.J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*. 2000. Vol. 85, No. 3. P. 183–199. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00143-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00143-0)
248. Wang Y., Gallegos J.L., Haskell-Ramsay C., Lodge J.K. Effects of blueberry consumption on cardiovascular health in healthy adults: a cross-over randomised controlled trial. *Nutrients*. 2022. Vol. 14. P. 2562. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu14132562>
249. Wang Y., Zhu J., Meng X., Liu S., Mu J., Ning C. Comparison of polyphenol, anthocyanin and antioxidant capacity in four varieties of *Lonicera caerulea* berry extracts. *Food Chemistry*. 2016. Vol. 197. P. 522–529. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.006>
250. Wilkowska A., Ambroziak W., Czyżowska A., Adamiec J. Effect of microencapsulation by spray drying and freeze drying technique on the antioxidant properties of blueberry (*Vaccinium myrtillus*) juice polyphenolic compounds. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2016. Vol. 66, No.1. P. 11–16. DOI: <https://doi.org/10.1515/pjfns-2015-0015>
251. Wojdyło A., Figiel A., Lech K., Nowicka P., Oszmiański J. Effect of convective and vacuum–microwave drying on the bioactive compounds, color, and antioxidant capacity of sour cherries. *Food Bioprocess Technology*. 2013. Vol. 7. P. 829–841. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1130-8>
252. Wojdyło A., Figiel A., Oszmiański J. Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2009. Vol. 57, Iss. 4. P.1337–1343. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf802507j>

253. Wojdyło A., Jáuregui P.N.N., Carbonell-Barrachina Á.A., Oszmiański J., Golis T. Variability of phytochemical properties and content of bioactive compounds in *Lonicera caerulea* L. var. kamtschatica berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013. Vol. 61, Iss. 49. P. 12072–12084. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf404109t>
254. Yu M., Wang B., Huang Z., Lv J., Teng Y., Li T. et al. Evaluation of blue honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L.) dried at different temperatures: basic quality, sensory attributes, bioactive compounds, and *in vitro* antioxidant activity. *Foods*. 2024. Vol. 13, Iss. 8. P. 1240. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13081240>
255. Zhang Y. Ascorbic Acid in Plants: Biosynthesis, Regulation and Enhancement. New York, NY: Springer, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4127-4>
256. Zhang Y., Seeram N.P., Lee R., Feng L., Heber D. Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56. P. 670–675. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf071989c>
257. Zheng J., Yang B., Tuomasjukka S., Ou S., Kallio H. Effects of latitude and weather conditions on contents of sugars, fruit acids, and ascorbic acid in black currant (*Ribes nigrum* L.) juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009. Vol. 57, Iss. 7. P. 2977–2987. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf8034513>
258. Zheng W., Wang S.Y. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingon berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003. Vol. 51. P. 502–509. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf020728u>
259. Zhu X., Zhang H., Lo R., Phenolic compounds from the leaf extract of artichoke (*Cynara scolymus* L.) and their antimicrobial activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52, Iss. 24. P. 7272–7278. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/jf0490192>

Національна академія
аграрних наук України

**ПОДІЛЬСЬКА
ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ
САДІВНИЦТВА
ІНСТИТУТУ
САДІВНИЦТВА**



National Academy of agrarian
science of the Ukraine

**PODILLA'S RESEARCH
STATION OF
HORTICULTURAL
INSTITUTE**

АКТ

про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта Інституту садівництва НААН Р.І. Гриника за темою «Формування якості плодів суниці садової (*Fragaria × ananassa*) та жимолості голубої (*Lonicera caerulea* L.) в умовах Лісостепу України»

Наданий Гринику Роману Ігоровичу в тому, що у 2025 р. у Подільській дослідній станції Інституту садівництва НААН в порядку впровадження його наукових розробок з метою виробничої оцінки, закладено насадження суниці з загальною 1 га із використанням сортів Веселка, Вайбрант та Флоренс. Насадження закладено за схемою садіння 0,25 × 0,9 м з утриманням ґрунту в міжрядях під мульчуванням соломкою з метою виробничої перевірки ефективності вирощування та подальшого перероблення плодів. Впровадження зазначених елементів технології забезпечить стабільне виробництво плодів суниці садової з виходом товарної продукції першого сорту на рівні 5,8–9,0 т/га та підвищення економічної ефективності виробництва. Використання ліофільної сушки під час перероблення плодів дозволить отримати високоякісний готовий продукт із рівнем рентабельності до 125,0–144,7 % залежно від сорту. Очікуваний економічний ефект від впровадження зазначеної розробки становитиме 580–848 тис. грн з 1 га.

Директор Подільської дослідної станції

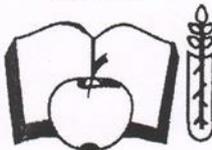


Катерина ТАРНАВСЬКА

Адреса:
Україна, 23226, с. Медвеже Вушко
Вінницького району,
Вінницької області,
вул. Наукова, 1
Тел.: (0432)58-12-60,58-13-44,58-13-35
E-mail
Факс: (0432) 58-12-60,58-13-44
www. pdss26339316@gmail.com

www. podillastation.com
p/p UA588201720343111011200016820
Державна казначейська служба України
м. Київ МФО 820172 код 26339316

ПОДІЛЛЯ



Address:
v. Medvezhe Vushko, 23226,
Vinnitsa district, Vinnitsa region, Ukraine
Tel.: (0432) 58-12-60,58-13-44,58-13-35
E-mail: pdss26339316@gmail.com

Fax: (0432)58-12-60,58-13-44
www. podillastation.com
p/p UA588201720343111011200016820 in
GDSTU in Vinnitsa region
ie 820172 kode 26339316



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ САДІВНИЦТВА НААН
СУМСЬКА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ САДІВНИЦТВА

41663, Сумська область, Конотопський район, с. Малий Самбір, вул. Центральна 1А
тел./факс(05447)62667. E-mail: sumy_dss@ukr.net

18.11.2025 р. № 53

Сумська дослідна станція садівництва ІС НААН

АКТ

*про впровадження результатів дисертаційної роботи аспіранта Інституту садівництва НААН Р.І. Гриника за темою «Формування якості плодів суниці садової (*Fragaria × ananassa*) та жимолості голубої (*Lonicera caerulea L.*) в умовах Лісостепу України»*

Наданий Гринику Роману Ігоровичу в тому, що у 2025 р. у Сумській дослідній станції Інституту садівництва НААН в порядку впровадження його наукових розробок з метою виробничої оцінки, закладено насадження суниці з загальною площею 0,3 га з використанням сортів Веселка, Вайбрант і Флоренс. Застосування сортів суниці садової Веселка, Вайбрант та Флоренс і використання ліофільної сушки під час перероблення забезпечить підвищення економічної ефективності виробництва ягідної продукції та отримання високоякісного готового продукту. Очікуваний економічний ефект від впровадження зазначених технологічних елементів становитиме понад 580–848 тис. грн з 1 га залежно від сорту.

Директор Сумської
дослідної станції



Сергій Чухіль