

УДК 634.75:577.1

doi:10.20998/2413-4295.2022.03.08

**ВМІСТ ТА СКЛАД ЦУКРІВ І ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ ЯГІД СУНИЦІ, ВИРОЩЕНИХ У ЗОНІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ****І. Л. ЗАМОРСЬКА\*, Л. М. ХУДИК**

кафедра харчових технологій, Уманський національний університет садівництва, м. Умань, УКРАЇНА  
\*e-mail: zil197608@gmail.com

**АНОТАЦІЯ** Суниця садова – цінна в Україні ягідна культура, гармонійний смак ягід якої залежить від співвідношення цукрів та органічних кислот. Серед факторів, що впливають на кількісний та якісний склад цукрів і органічних кислот в ягодах виокремлюють зону вирощування та помологічний сорт. У статті представлено результати досліджень ягід суниці сортів Дукат, Хоней та Полка, що вирощені в зоні Правобережного Лісостепу України на вміст і склад цукрів і органічних кислот за допомогою методів високоефективної рідинної хроматографії на хроматографі Agilent Technologies (модель 1100) з використанням карбогідратної хроматографічної колонки розміром 7,8×300 мм, «Supelcogel-C610H». Встановлено, що вміст цукрів в ягодах суниці сортів Дукат, Хоней і Полка за період досліджень коливався у межах від 5,0 до 8,6 %. Ягоди сорту Хоней вирізнялися істотно вищим рівнем цукрів – 8,6 %. Вміст редукувальних цукрів в ягодах за усередненими даними складав 4,9-7,7 %. Серед досліджуваних сортів ягоди сорту Полка мали найнижчу мінімальну кількість редукувальних цукрів – 3,2 %. Масова частка фруктози складала 2,1-4,4 %, що становить 42,0-51,1 % від суми цукрів, тоді як глюкози – 1,1-3,5 % (22,0-40,7 %) за незначної кількості сахарози – 0,3-1,3, що складає 6,0-15,1 % від загального вмісту цукрів в ягодах. Згідно результатів дисперсійного аналізу істотного впливу помологічного сорту ягід на вміст в них редукувальних цукрів не виявлено. Масова частка органічних кислот в ягодах трьох сортів суниці за період досліджень коливалася в межах 0,9-1,4 % та істотно залежала від помологічного сорту ягід. Максимум органічних кислот виявлено у ягід сорту Дукат – 1,4 %. Органічні кислоти в ягодах суниці представлені лимонною та яблучною з домінуванням лимонної кислоти – 57,0-68,1 % від загального вмісту кислот. У ягід суниці сорту Хоней відмічався вищий рівень лимонної кислоти, натомість, за рівнем яблучної вирізнялися ягоди сорту Дукат. Цукрово-кислотний індекс у всіх досліджуваних сортах суниці перевищував значення 5,3, що дозволило визначити смак ягід як солодко-кислий. У ягід сорту Дукат він був нижчим за рахунок високого вмісту органічних кислот.

**Ключові слова:** суниця садова; смак; цукри; органічні кислоти; цукрово-кислотний індекс

**CONTENT AND COMPOSITION OF SUGARS AND ORGANIC ACIDS IN STRAWBERRIES, GROWN IN THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE****I. ZAMORSKA, L. KHUDIK**

Department of Food Technologies, Uman National University of Horticulture, Uman, UKRAINE

**ABSTRACT** Garden strawberry is a valuable berry crop in Ukraine, the harmonious taste of its berries depends on the ratio of sugars and organic acids. Among the factors affecting the quantitative and qualitative composition of sugars and organic acids in berries, the area of cultivation and the pomological variety are distinguished. The article presents the results of studies of strawberry berries of Dukat, Honey and Polka varieties grown in the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine for the content and composition of sugars and organic acids using the methods of high-performance liquid chromatography on an Agilent Technologies chromatograph (model 1100) using a carbohydrate chromatographic column size 7,8×300 mm, "Supelcogel-C610H". It was found that the sugar content in strawberry berries of the Dukat, Honey and Polka varieties during the research period ranged from 5.0 to 8.6%. Berries of the Honey variety were distinguished by a significantly higher level of sugars – 8.6%. The content of reducing sugars in berries, according to the average data, was 4.9-7.7%. Among the investigated varieties, Polka berries had the lowest minimum amount of reducing sugars – 3.2%. The mass fraction of fructose was 2.1-4.4%, which is 42.0-51.1% of the sum of sugars, while glucose was 1.1-3.5% (22.0-40.7%) for a small amount of sucrose - 0.3-1.3, which is 6.0-15.1% of the total sugar content in berries. According to the results of the dispersion analysis, no significant influence of the pomological variety of berries on the content of reducing sugars was found. The mass fraction of organic acids in the berries of three strawberry varieties during the research period fluctuated within the limits 0.9-1.4% and significantly depended on the pomological variety of berries. The maximum amount of organic acids was found in Dukat berries - 1.4%. Organic acids in strawberries are represented by citric and malic acids with the dominance of citric acid – 57.0-68.1% of the total acid content. A higher level of citric acid was noted in strawberry berries of the Honey variety, while berries of the Ducat variety were distinguished by the level of apple acid. The sugar-acid index in all studied varieties of strawberry exceeded the value of 5.3, which made it possible to determine the taste of the berries as sweet and sour. In berries of the Dukat variety, it was lower due to the high content of organic acids.

**Keywords:** garden strawberry; sugars; reducing sugars; organic acids; sugar-acid index

**Вступ**

Суниця садова – одна із найбільш цінних та поширених ягідних культур в Україні, що зумовлено

її високими смаковими властивостями плодів, ранніми строками досягання та значною рентабельністю виробництва. З метою адаптації культури до умов вирощування для кожного регіону

виведені сорти та розроблено технології, що забезпечують високу врожайність та якість плодів.

Історія промислової культури суниці в Україні налічує понад 160 років. В основному, суниця садова вирощується в центральних та західних регіонах України, а також на півдні. До Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні віднесено понад 25 сортів найбільш поширеними серед яких є Русанівка, Фестивальна ромашка, Ельсанта, Рубі, Флоренс, Клері, Світ Чарлі та ін.

Клімат Правобережної частини Лісостепової зони України помірно континентальний та сприятливий для вирощування суниці садової. Ягоди, що вирощені в Україні мають гармонійний смак, завдяки значному вмісту цукрів та органічних кислот, багатий вітамінно-мінеральний та фенольний комплекс зі значним вмістом аскорбінової кислоти.

### Постановка проблеми

Гармонійний смак ягід суниці залежить від співвідношення цукрів та органічних кислот. Залежно від сорту, погодних умов та агротехніки в Україні ягоди суниці садової накопичують від 4,5 до 13 % цукрів [1].

Основними цукрами, що містяться в ягодах суниці є глюкоза, фруктоза та сахароза за домінування фруктози [2]. Натомість, Basson С. Е., Groenewald J-Н., Kossmann J. та ін. [3] наводять дані про переваги глюкози.

Метаболізм цукрів та їхнє накопичення в м'ясистих фруктах, до яких належить і суниця відбувається під дією абсцизової кислоти. Впродовж досягання ягід суниці вміст у них розчинних цукрів різко зростає, причому на ранніх етапах розвитку ягід накопичується глюкоза і фруктоза, тоді як останніх – сахароза [4,5]. Відомо, що під час досягання вміст ізомальтози, мальтози, гентиобіози та сахароспиртів, поступово знижується [6].

Вміст органічних кислот в ягодах суниці може сягати до 2 % [7–9]. Кислотність ягід суниці формується під впливом генетичних особливостей сорту [10,11], регіону [12–14], способу вирощування [15], строку збирання врожаю [16], строку досягання [17], ступеня стиглості [18] та інших факторів. Відомо, що на початкових етапах досягання окремих сортів кислотність ягід дещо зростає, а потім знижується [19], тоді як у інших – повільно знижується впродовж досягання [20].

Серед органічних кислот в суниці переважають лимонна та яблучна [21,22] з вмістом яблучної на рівні 0,22–0,69 % [23]. Лимонна кислота домінує в ягодах суниці і складає 62,39–83,73% від загального вмісту кислот [24], тоді як частка яблучної, бурштинової, шавлевої та фумарової кислот є істотно нижчою [25,26]. В ягодах суниці виявлена елагова кислота у вигляді елагітаніну в кількості від 0,9 до 1,9 мг/100 г [14].

Зміни складу та концентрації цукру та органічних кислот відображаються також на змінах якості свіжих плодів та продуктів з них. З технологічної точки зору вони дуже важливі для формування консистенції гелю в желатинових продуктах і у виробництві соків, нектарів, оскільки визначають індекс солодкості [11]. Встановлено, що у солодких ягід суниці співвідношення цукрів до кислот становить 7:1, а у кислих – 6:1 [27]. За даними К. Sturm та ін. [25] співвідношення цукрів та органічних кислот в ягодах на кінцевих етапах досягання підвищується з 5,5 до 6,5. За іншими даними [3] ці значення змінюються в більш широких межах: від 4 до 13.

Оскільки смак ягід суниці формується під впливом цукрів та органічних кислот, що має не лише наукове, а і практичне значення, то існує необхідність дослідження вказаних показників та впливу на смак ягід, що вирощені в зоні Правобережного Лісостепу України.

### Мета роботи

Метою наших досліджень було встановлення кількісного та якісного складу цукрів і органічних кислот ягід різних помологічних сортів суниці, що вирощені в умовах Правобережного Лісостепу України.

### Матеріали та методи

Робота виконана з ягодами суниці сортів Дукат, Хоней, Полка в умовах лабораторії кафедри харчових технологій Уманського національного університету садівництва та у випробувальному центрі з контролю якості харчової продукції.

Якісний та кількісний склад органічних кислот і цукрів визначали методом рідинної іонної хроматографії на хроматографі Agilent Technologies (модель 1100) [28] з використанням карбогідратної хроматографічної колонки розміром 7,8×300 мм, «Supelcogel-C610H». Ідентифікацію органічних кислот і цукрів проводили за часом утримування стандартів. Повторність дослідів 5 кратна.

Статистичну обробку виконували за допомогою програми StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single User (2007).

### Обговорення результатів

Згідно результатів дисперсійного аналізу та за усередненими даними (рис. 1), вміст цукрів в ягодах суниці сортів Дукат, Хоней і Полка за період досліджень коливався в межах від 5,0 до 8,6 %. Ягоди сорту Хоней вирізнялися істотно вищим рівнем цукрів – 8,6 %.

У розрізі помологічних сортів найнижчий мінімальний вміст цукрів за період досліджень мали ягоди сорту Полка – 4,5 %, тоді як найвищий мінімальний вміст виявлено у ягід сорту Хоней – 5,2 %.

Максимальну кількість цукрів за усередненими даними були здатні накопичити ягоди суниці сорту Хоней.

Вміст редуковувальних цукрів в ягодах за період досліджень та за усередненими даними складав 4,9–7,7 %, що склало 89,5–98,0 % від загального вмісту цукрів ягодах. Серед досліджуваних сортів ягоди сорту Полка мали найнижчу мінімальну кількість глюкози та фруктози – 3,2 %, тоді як максимальну кількість (7,7 %) накопичили ягоди сортів Дукат та Хоней.

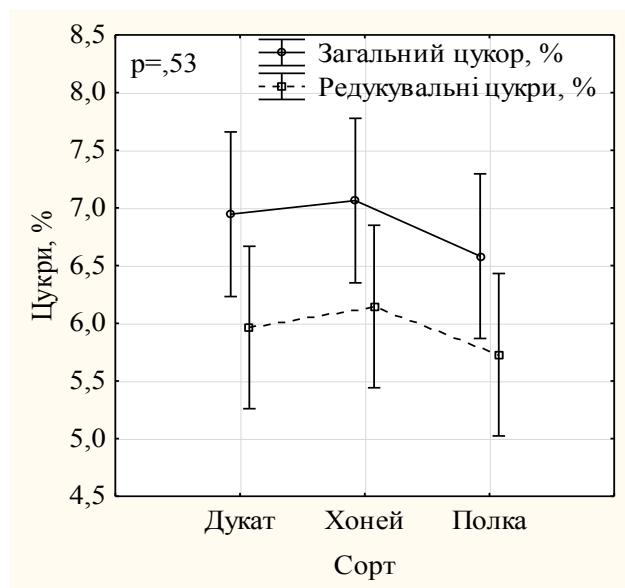


Рис. 1 – Вміст цукрів в ягодах суниці садової (результати дисперсійного аналізу), %

Згідно результатів дисперсійного аналізу масова частка фруктози становила 2,1–4,4 %, що складає 42,0–51,1 %, тоді як глюкози – 1,1–3,5 % (22,0–40,7 %) від суми цукрів в ягодах, що свідчить про домінування фруктози (рис. 2). Разом з тим істотного впливу помологічного сорту ягід на вміст в них редуковувальних цукрів не виявлено.

Характерним для ягід суниці є накопичення незначної кількості сахарози – 0,3–1,3, що складає 6,0–15,1 % від загального вмісту цукрів у ягодах, що відповідає даним, отриманим Wrolstad R. E., Challenberger R. S. [29], де вміст сахарози не був вищим 17 %.

Смак ягід суниці формується також і під впливом органічних кислот, вміст і співвідношення яких залежать насамперед від помологічного сорту та погодних умов, що склалися під час досягання ягід. Згідно результатів дисперсійного аналізу (рис. 3), масова частка органічних кислот в ягодах трьох сортів суниці за період досліджень коливалася у межах 0,9–1,4 % та істотно залежала від помологічного сорту ягід. Максимум органічних кислот за період досліджень виявлено у ягід сорту Дукат – 1,4 %, натомість у ягід сорту Полка, навпаки, спостерігався їхній мінімум – 0,6 %.

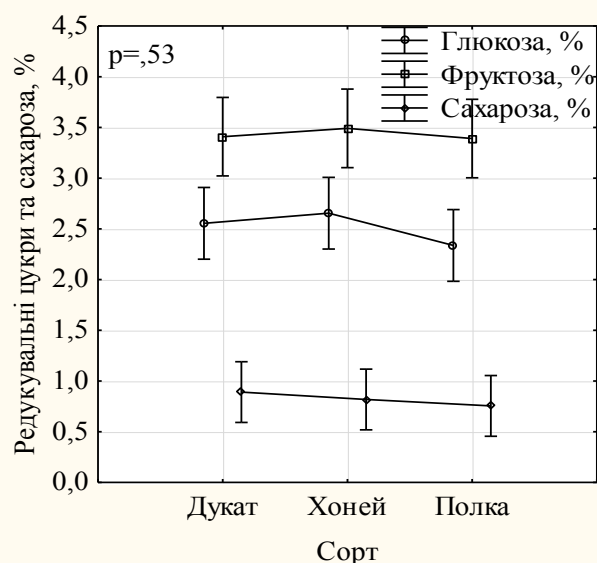


Рис. 2 – Вміст редуковувальних цукрів та сахарози в ягодах суниці садової (результати дисперсійного аналізу), %

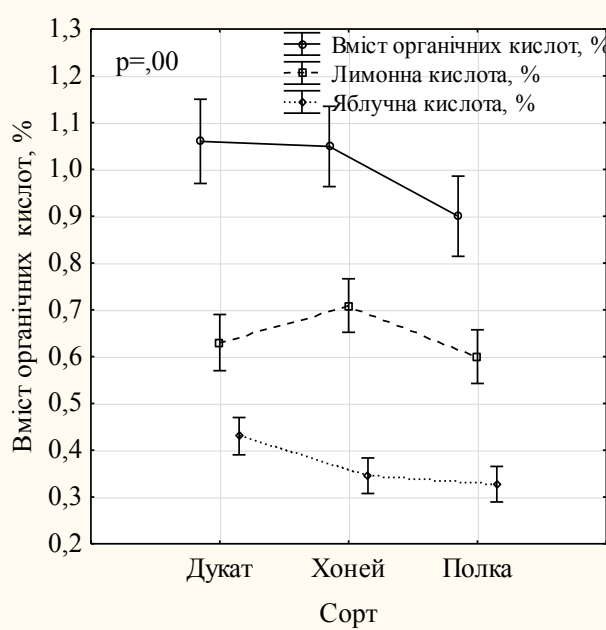


Рис. 3 – Вміст органічних кислот у ягодах суниці садової (результати дисперсійного аналізу), %

Органічні кислоти у ягодах представлені лимонною та яблучною, що цілком узгоджується з отриманими раніше даними [30], а також Zhao J., Liu J., Wang F. та ін. [14].

Встановлено, що в пулі органічних кислот суниці переважає лимонна кислота – 57,0–68,1 % від загального вмісту кислот. Про домінування лимонної кислоти свідчать і дані, отримані Amiri A., Mortazavi S. M. H., Mahmoodi Sourestani M. та ін. [31].

Слід зазначити, що у розрізі помологічних сортів у ягід суниці сорту Хоней відмічався істотно вищий рівень лимонної кислоти, порівняно з іншими, натомість, за рівнем яблучної вирізнялися ягоди сорту Дукат.

Смак ягід суниці характеризує цукрово-кислотний індекс, що за результатами дисперсійного аналізу у досліджуваних сортах перевищував значення 5,3, що встановлено Green A. [32] для солодко-кислого смаку ягід (рис. 4).

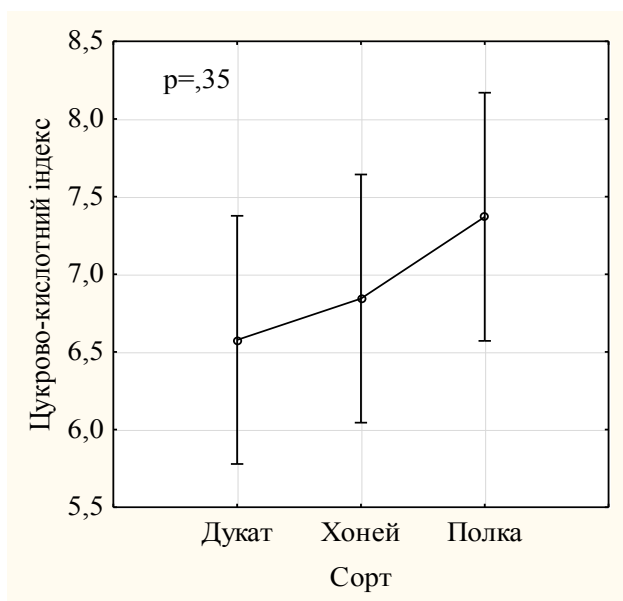


Рис. 4 – Цукрово-кислотний індекс ягід суниці садової (результати дисперсійного аналізу), %

Цукрово-кислотний індекс ягід сорту Дука́т був нижчим за рахунок істотної кислотності ягід цього сорту. Слід відмітити, що значного впливу помологічного сорту ягід на вказаний показник не виявлено.

### Висновки

Ягоди суниці, що вирощені в зоні Правобережного Лісостепу України є багатим джерелом цукрів та органічних кислот. Характерною особливістю цукрів є високий (42,0–51,1 %) рівень фруктози та незначний (22,0–40,7 %) сахарози. Органічні кислоти в ягодах представлені лимонною та яблучною за значної переваги лимонної – 57,1–66,7%, від загальної суми кислот. Цукрово-кислотний показник ягід перевищував значення 5,3, що дозволило визначити їхній смак як солодко-кислий.

Отримані результати допоможуть точніше охарактеризувати хімічний склад ягід окремих помологічних сортів суниці та стануть підґрунтям для розроблення нових продуктів харчування на

їхній основі, особливо зі зниженим рівнем цукру, що є перспективою подальших досліджень автора.

### Список літератури

1. Шевчук Л. М., Можаяєва Л. Л., Приймачук Л. С. Вплив умов регіону вирощування суниці на вміст сухих розчинних речовин і цукрів у її плодах. *Наукові доповіді НУБіП*. 2011. 3(25). URL: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_3/11slm.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_3/11slm.pdf). (дата звернення: 03.12.2019).
2. Ikegaya A., Toyozumi T., Ohba S., Nakajima T., Kawata T., Ito, S., & Arai E. Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries. *Food Science & Nutrition*. 2019. 7(7). P. 2419–2426. doi: 10.1002/fsn3.1109.
3. Basson C. E., Groenewald J-H., Kossmann J. et al. Sugar and acid-related quality attributes and enzyme activities in strawberry fruits: Invertase is the main sucrose hydrolysing enzyme. *Food Chemistry*. 2010. Vol. 121. Iss. 4. P. 1156–1162. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.01.064.
4. Durán-Soria S., Pott D. M., Osorio S., & Vallarino J. G. Sugar signaling during fruit ripening. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. P. 564917. doi: 10.3389/fpls.2020.564917.
5. Jia H., Wang Y., Sun M. et al. Sucrose functions as a signal involved in the regulation of strawberry fruit development and ripening. *New Phytologist*. 2013. № 198 (2). P. 453–465. doi: 10.1111/nph.12176.
6. Pott D. M., e Lima F. D. A., Soria C., Willmitzer L., Fernie A. R., Nikoloski Z., ... & Vallarino J. G. Metabolic reconfiguration of strawberry physiology in response to postharvest practices. *Food chemistry*, 2020. Vol. 321, P. 126747. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126747.
7. Tozzi F., Del Bubba M., Petrucci W. A., Pecchioli S., Macci C., García F. H., ... & Giordani E. Use of a remediated dredged marine sediment as a substrate for food crop cultivation: Sediment characterization and assessment of fruit safety and quality using strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) as model species of contamination transfer. *Chemosphere*. 2020. Vol. 238. P. 124651. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124651.
8. Urün I., Attar S. H., Sönmez D. A., Gündeşli M. A., Ercişli S., Kafkas N. E., ... & Duralija B. Comparison of polyphenol, sugar, organic acid, volatile compounds, and antioxidant capacity of commercially grown strawberry cultivars in Turkey. *Plants*. 2021. Vol. 10 (8). P. 1654. doi: 10.3390/plants10081654.
9. Hwang H., Kim Y. J., & Shin Y. Influence of ripening stage and cultivar on physicochemical properties, sugar and organic acid profiles, and antioxidant compositions of strawberries. *Food science and biotechnology*. 2019. Vol. 28(6). P. 1659–1667. doi: 10.3390/foods8120598.
10. Batista-Silva W., Nascimento V. L., Medeiros D. B., Nunes-Nesi A., Ribeiro D. M., Zsögön A., & Araújo W. L. Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation?

- Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. P. 1689. doi: 10.3389/fpls.2018.01689.
11. Akagić A., Oras A. V., Oručević Žuljević S., Spaho N., Drkenda P., Bijedić A., ... & Hudina M. Geographic variability of sugars and organic acids in selected wild fruit species. *Foods*. 2020. Vol. 9(4). P. 462. doi: 10.3390/foods9040462.
  12. Mellado-Mojica E., Calvo-Gómez O., Jofre-Garfias A. E., Dávalos-González P. A., Desjardins Y., & López M. G. Fructooligosaccharides as molecular markers of geographic origin, growing region, genetic background and prebiotic potential in strawberries: A TLC, HPAEC-PAD and FTIR study. *Food Chemistry Advances*. 2022. Vol. 1. P. 100064. doi: 10.1016/j.focha.2022.100064.
  13. Ruan J., Lee Y. H., Hong S. J. et al. Sugar and organic acid contents of day-neutral and ever-bearing strawberry cultivars in high-elevation for summer and autumn fruit production in Korea. *Horticulture, Environment and Biotechnology*. 2013. Vol. 54 (3). P. 214–222. doi: 10.1007/s13580-013-0186-8.
  14. Zhao J., Liu J., Wang F., Wang S., Feng H., Xie X., ... & Fang C. Volatile constituents and ellagic acid formation in strawberry fruits of selected cultivars. *Food Research International*. 2020. Vol. 138. P. 109767. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109767.
  15. Kumar A., Avasthe R. K., Rameash K. et al. Influence of growth conditions on yield, quality and diseases of strawberry *Fragaria x ananassa* (Duch.) var Ofra and Chandler under mid hills of Sikkim Himalaya. *Scientia Horticulturae*. 2011. Vol. 130 (1). P. 43–48. doi: 10.1016/j.scienta.2011.05.034.
  16. Fan Z., Plotto A., Bai J., & Whitaker V. M. Volatiles Influencing sensory attributes and bayesian modeling of the soluble solids–sweetness relationship in strawberry. *Frontiers in plant science*. 2021. Vol. 12. P. 640704. doi: 10.3389/fpls.2021.640704.
  17. Leonardou V. K., Doudoumis E., Tsormpatsidis E., Vysini E., Papanikolopoulos T., Papanotiropoulos V., & Lamari F. N. Quality Traits, Volatile Organic Compounds, and Expression of Key Flavor Genes in Strawberry Genotypes over Harvest Period. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22(24). P. 13499. doi: 10.3390/ijms222413499.
  18. Scott G., Williams C., Wallace R. W., & Du X. Exploring plant performance, fruit physicochemical characteristics, volatile profiles, and sensory properties of day-neutral and short-day strawberry cultivars grown in Texas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2021. Vol. 69(45). P. 13299–13314. doi: 10.1021/acs.jafc.1c00915.
  19. Reis L., Forney C. F., Jordan M., Munro Pennell K., Fillmore S., Schemberger M. O., & Ayub R. A. Metabolic profile of strawberry fruit ripened on the plant following treatment with an ethylene elicitor or inhibitor. *Frontiers in Plant Science*. 2020. Vol. 11. P. 995. doi: 10.3389/fpls.2020.00995.
  20. Azodanlou R., Darbellay C., Luisier J. L. et al. Changes in flavour and texture during the ripening of strawberries. *Eur. Food Res. Tech.* 2004. Vol. 218. P. 167–172. doi: 10.1007/s00217-003-0822-0.
  21. Xie D., Liu D., & Guo W. Relationship of the optical properties with soluble solids content and moisture content of strawberry during ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 2021. 179, 111569. doi: 10.1016/j.postharvbio.2021.111569.
  22. Vallarino J. G., & Osorio S. Organic acids. In: *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables*. Woodhead Publishing. 2019. P. 207–224. doi: 10.1021/ed061p277.
  23. Flores-Cantillano F., Bender R. J., Luchsinger L. *Fisiologia e manejo pós-colheita*. In: Flores-Cantillano. F. Morango: pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 2003. P. 14–24.
  24. Li J., Zhang, C., Liu H., Liu J., & Jiao Z. Profiles of sugar and organic acid of fruit juices: A comparative study and implication for authentication. *Journal of Food Quality*, 2020. doi: 10.1155/2020/7236534.
  25. Taş A., Berk S. K., Orman E., Gundogdu M., Ercişli S., Karatas N., ... & Mlcek J. Influence of pre-harvest gibberellic acid and post-harvest 1-methyl cyclopropane treatments on phenolic compounds, vitamin C and organic acid contents during the shelf life of strawberry fruits. *Plants*. 2021. Vol. 10(1). P. 121. doi: 10.3390/plants10010121.
  26. Kilic N., Burgut A., Gündesli M. A., Nogay G., Ercişli S., Kafkas N. E., Ekiert H., Elansary H. O., Szopa A. The Effect of Organic, Inorganic Fertilizers and Their Combinations on Fruit Quality Parameters in Strawberry. *Horticulturae*. 2021. Vol. 7. P. 354. doi: 10.3390/horticulturae7100354.
  27. Wozniak W., Radajewska B., Ryszewska-Sieczkiewicz A. et al. Sugars and acid content influence organoleptic evaluation of fruits of six strawberry cultivars from controlled cultivation. *Acta Horticulture*. 1997. Vol. 439 (I). P. 333–336. doi: 10.17660/ActaHortic.1997.439.52.
  28. Jham G. N. et al. Comparison of GC and HPLC for the quantification of organic acids in coffee. *Phytochemical Analysis*. 2002. Vol. 13. Iss 2. P. 99–104. doi: 10.1002/pca.629.
  29. Wrolstad R. E., Challenberger R. S. Free sugars and sorbitol in fruitss compilation from the literature. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 1981. Vol. 64. P. 91–100. doi: 10.1093/jaoac/64.1.91.
  30. Osokina N. M., Zamorska I. L. Content and composition of organic acids in strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.) of various varieties, grown in the Right-bank Forest-steppe zone of Ukraine. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань. 2014. №1. С. 112–116.
  31. Amiri A., Mortazavi S. M. H., Mahmoodi Sourestani M., & Mottaghipisheh J. Assessment of physico-chemical characteristics of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch cv Camarosa) during fruit growth and development stages using principal component analysis. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*. 2022. Vol. 5(3). P. 285–296. doi: 10.22077/jhpr.2022.4713.1240.
  32. Green A. *Soft fruits*. In: Hulme AC, ed. *The biochemistry of fruits and their products*, Vol. 2. London, New York: Academic. Press, 1971. P. 375–410.

**References (transliterated)**

1. Shevchuk L. M., Mozhaieva L. L., Prymachuk L. S. Vplyv umov rehionu vyroshchuvannya sunytsi na vmist sukhykh rozchynnnykh rehovyn i tsukriv u yii plodakh [The influence of the conditions of the strawberry growing region on the content of dry soluble substances and sugars in its fruits]. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 2011, 3(25). Available at: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011\\_3/11slm.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_3/11slm.pdf). Cordenunsi B. R. et al. (accessed 03.12.2019).
2. Ikegaya A., Toyozumi T., Ohba S., Nakajima T., Kawata T., Ito, S., Arai E. Effects of distribution of sugars and organic acids on the taste of strawberries. *Food Science & Nutrition*, 2019, 7(7), pp. 2419–2426, doi: 10.1002/fsn3.1109.
3. Basson C. E., Groenewald J-H., Kossmann J. et al. Sugar and acid-related quality attributes and enzyme activities in strawberry fruits: Invertase is the main sucrose hydrolysing enzyme. *Food Chemistry*, 2010, Vol. 121, Iss. 4, pp. 1156–1162, doi: 10.1016/j.foodchem.2010.01.064.
4. Durán-Soria S., Pott D. M., Osorio S., & Vallarino J. G. Sugar signaling during fruit ripening. *Frontiers in Plant Science*, 2020, Vol. 11, pp. 564917, doi: 10.3389/fpls.2020.564917.
5. Jia H., Wang Y., Sun M. et al. Sucrose functions as a signal involved in the regulation of strawberry fruit development and ripening. *New Phytologist*, 2013, no. 198 (2), pp. 453–465, doi: 10.1111/nph.12176.
6. Pott D. M., e Lima F. D. A., Soria C., Willmitzer L., Fernie A. R., Nikoloski Z., ... Vallarino J. G. Metabolic reconfiguration of strawberry physiology in response to postharvest practices. *Food chemistry*, 2020, Vol. 321, pp. 126747, doi: 10.1016/j.foodchem.2020.126747.
7. Tozzi F., Del Bubba M., Petrucci W. A., Pecchioli S., Macci C., Garcia F. H., ... Giordani E. Use of a remediated dredged marine sediment as a substrate for food crop cultivation: Sediment characterization and assessment of fruit safety and quality using strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) as model species of contamination transfer. *Chemosphere*, 2020, Vol. 238, p. 124651, doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124651.
8. Urün I., Attar S. H., Sönmez D. A., Gündeşli M. A., Ercişli S., Kafkas N. E., ... Duralija B. Comparison of polyphenol, sugar, organic acid, volatile compounds, and antioxidant capacity of commercially grown strawberry cultivars in Turkey. *Plants*, 2021, Vol. 10 (8), p. 1654, doi: 10.3390/plants10081654.
9. Hwang H., Kim Y. J., Shin Y. Influence of ripening stage and cultivar on physicochemical properties, sugar and organic acid profiles, and antioxidant compositions of strawberries. *Food science and biotechnology*, 2019, Vol. 28 (6), pp. 1659–1667, doi: 10.3390/foods8120598.
10. Batista-Silva W., Nascimento V. L., Medeiros D. B., Nunes-Nesi A., Ribeiro D. M., Zsögön A., & Araújo W. L. Modifications in organic acid profiles during fruit development and ripening: correlation or causation? *Frontiers in Plant Science*, 2018, Vol. 9, p. 1689, doi: 10.3389/fpls.2018.01689.
11. Akagić A., Oras A. V., Oručević Žuljević S., Spaho N., Drkenda P., Bijedić A., ... Hudina M. Geographic variability of sugars and organic acids in selected wild fruit species. *Foods*, 2020, Vol. 9(4), p. 462, doi: 10.3390/foods9040462.
12. Mellado-Mojica E., Calvo-Gómez O., Jofre-Garfias A. E., Dávalos-González P. A., Desjardins Y., López M. G. Fructooligosaccharides as molecular markers of geographic origin, growing region, genetic background and prebiotic potential in strawberries: A TLC, HPAEC-PAD and FTIR study. *Food Chemistry Advances*, 2022, Vol. 1, p. 100064, doi: 10.1016/j.focha.2022.100064.
13. Ruan J., Lee Y. H., Hong S. J. et al. Sugar and organic acid contents of day- neutral and ever-bearing strawberry cultivars in high-elevation for summer and autumn fruit production in Korea. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 2013, Vol. 54 (3), pp. 214–222, doi: 10.1007/s13580-013-0186-8.
14. Zhao J., Liu J., Wang F., Wang S., Feng H., Xie X., ... Fang C. Volatile constituents and ellagic acid formation in strawberry fruits of selected cultivars. *Food Research International*, 2020, Vol. 138, p. 109767, doi: 10.1016/j.foodres.2020.109767.
15. Kumar A., Avasthe R. K., Rameash K. et al. Influence of growth conditions on yield, quality and diseases of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) var Ofra and Chandler under mid hills of Sikkim Himalaya. *Scientia Horticulturae*, 2011, Vol. 130 (1), pp. 43–48, doi: 10.1016/j.scienta.2011.05.034.
16. Fan Z., Plotto A., Bai J., & Whitaker V. M. Volatiles Influencing sensory attributes and bayesian modeling of the soluble solids–sweetness relationship in strawberry. *Frontiers in plant science*, 2021, Vol. 12, p. 640704, doi: 10.3389/fpls.2021.640704.
17. Leonardou V. K., Doudoumis E., Tsormpatsidis E., Vysini E., Papanikolopoulos T., Papisotiropoulos V., & Lamari F. N. Quality Traits, Volatile Organic Compounds, and Expression of Key Flavor Genes in Strawberry Genotypes over Harvest Period. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, Vol. 22 (24), p. 13499, doi: 10.3390/ijms222413499.
18. Scott G., Williams C., Wallace R. W., Du X. Exploring plant performance, fruit physicochemical characteristics, volatile profiles, and sensory properties of day-neutral and short-day strawberry cultivars grown in Texas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2021, Vol. 69 (45), pp. 13299–13314, doi: 10.1021/acs.jafc.1c00915.
19. Reis L., Forney C. F., Jordan M., Munro Pennell K., Fillmore S., Schemberger M. O., Ayub R. A. Metabolic profile of strawberry fruit ripened on the plant following treatment with an ethylene elicitor or inhibitor. *Frontiers in Plant Science*, 2020, Vol. 11, pp. 995, doi: 10.3389/fpls.2020.00995.
20. Azodanlou R., Darbellay C., Luisier J. L. et al. Changes in flavour and texture during the ripening of strawberries. *Eur. Food Res. Tech.*, 2004, Vol. 218, pp. 167–172, doi: 10.1007/s00217-003-0822-0.
21. Xie D., Liu D., Guo W. Relationship of the optical properties with soluble solids content and moisture content of strawberry during ripening. *Postharvest*

- Biology and Technology*, 2021, 179, 111569, doi: 10.1016/j.postharvbio.2021.111569.
22. Vallarino J. G., Osorio S. Organic acids. In Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables. *Woodhead Publishing*, 2019, pp. 207–224, doi: 10.1021/ed061p277.
  23. Flores-Cantillano F., Bender R. J., Luchsinger L. *Fisiologia e manejo pós-colheita*. In Flores-Cantillano. F. Morango. pós-colheita. Brasília. EMBRAPA, 2003, pp. 14–24.
  24. Li J., Zhang, C., Liu H., Liu J., Jiao Z. Profiles of sugar and organic acid of fruit juices: A comparative study and implication for authentication. *Journal of Food Quality*, 2020, doi: 10.1155/2020/7236534.
  25. Taş A., Berk S. K., Orman E., Gundogdu M., Ercişli S., Karatas N., ... & Mlcek J. Influence of pre-harvest gibberellic acid and post-harvest 1-methyl cyclopropane treatments on phenolic compounds, vitamin C and organic acid contents during the shelf life of strawberry fruits. *Plants*, 2021, Vol. 10(1), p. 121, doi: 10.3390/plants10010121.
  26. Kilic N., Burgut A., Gündesli M. A., Nogay G., Ercisli S., Kafkas N. E., Ekiert H., Elansary H. O., Szopa A. The Effect of Organic, Inorganic Fertilizers and Their Combinations on Fruit Quality Parameters in Strawberry. *Horticulturae*, 2021, Vol. 7, p. 354, doi: 10.3390/horticulturae7100354
  27. Wozniak W., Radajewska B., Ryszewska-Siecięchowicz A. et al. Sugars and acid content influence organoleptic evaluation of fruits of six strawberry cultivars from controlled cultivation. *Acta Horticulture*, 1997, Vol. 439 (I), pp. 333–336. doi: 10.17660/ActaHortic.1997.439.52
  28. Jham G. N. et al. Comparison of GC and HPLC for the quantification of organic acids in coffee. *Phytochemical Analysis*, 2002, Vol. 13, iss. 2, pp. 99–104, doi: 10.1002/pca.629.
  29. Wrolstad R. E., Challenberger R. S. Free sugars and sorbitol in fruitssa compilation from the literature. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 1981, Vol. 64, pp. 91–100, doi: 10.1093/jaoac/64.1.91.
  30. Osokina N. M., Zamorska I. L., Content and composition of organic acids in strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.) of various varieties, grown in the Right-bank Forest-steppe zone of Ukraine. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 2014, no. 1, pp. 112–116.
  31. Amiri A., Mortazavi S. M. H., Mahmoodi Sourestani M., Mottaghipisheh J. Assessment of physico-chemical characteristics of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch cv Camarosa) during fruit growth and development stages using principal component analysis. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 2022, Vol. 5(3), pp. 285–296, doi: 10.22077/jhpr.2022.4713.1240.
  32. Green A. *Soft fruits*. In Hulme AC, ed. The biochemistry of fruits and their products, Vol. 2, London, New York. Academic. Press, 1971, pp. 375–410.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Заморська Ірина Леонідівна** – доктор технічних наук, професор, Уманський національний університет садівництва, професор кафедри харчових технологій; м. Умань, Україна; ORCID: 0000-0002-2767-1176; e-mail: zil197608@gmail.com.

**Zamorska Iryna** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of of Food Technologies, Professor, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine; ORCID: 0000-0002-2767-1176; e-mail: zil197608@gmail.com.

**Худік Людмила Миколаївна** – кандидат технічних наук, Уманський національний університет садівництва, старший викладач кафедри харчових технологій; м. Умань, Україна; ORCID: 0000-0002-2295-701X; e-mail: l.khudik17@gmail.com.

**Khudik Liudmyla** – Candidate of Technical Sciences, Department of of Food Technologies, Senior lecturer, Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine; ORCID: 0000-0002-2295-701X; e-mail: l.khudik17@gmail.com.

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

Заморська І. Л., Худік Л. М. Вміст та склад цукрів і органічних кислот ягід суниці, вирощених у зоні Правобережного Лісостепу України. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». 2022. № 3 (13). С. 50-56. doi:10.20998/2413-4295.2022.03.08.

*Please cite this article as:*

Zamorska I., Khudik L. Content and composition of sugars and organic acids in strawberries, grown in the Right-Bank Forest-Steppe Zone of Ukraine. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2022, no. 3 (13), pp. 50–56, doi:10.20998/2413-4295.2022.03.08.

*Надійшла (received) 24.08.2022*