

QUALITY OF FOOD PRODUCTS FROM GARDEN STRAWBERRY BERRIES

I. Zamorska, O. Smelyanets

Uman National University of Horticulture

Key words:

Strawberries
Variety
Quality
Compote
Jam
Preserves
Color intensity

Article history:

Received 11.01.2024
Received in revised form
26.01.2024
Accepted 14.02.2024

Corresponding author:

I. Zamorska

E-mail:

zil197608@gmail.com

Citation: I. Л. Заморська,
О. В. Смілянець (2024).
Якість харчових продук-
тів з ягід суниці садової.
Наукові праці НУХТ,
30(1), 153—160.
DOI: 10.24263/2225-2924-
2024-30-1-15

ABSTRACT

The results of studies of the quality of food products from garden strawberry depending on the type of product and pomological variety of berries are presented in the article. Compotes, jams, and preserves were produced from garden strawberries of the Dukat, Elsanta, Rumba, and Malvina varieties according to generally accepted technological instructions, boiling down jams to 62% dry soluble matter, and to 68%. Compote was made using sugar syrup with concentration of 68%. The ready-made products were sterilized and stored for six months at 20 °C. The quality of the products was evaluated by changes in physicochemical and sensory parameters.

It was found that garden strawberries of the Malvina variety accumulated 4.3—4.5% more dry soluble substances, had 1.3—1.4 times higher sugar content, 1.5—1.7 times more titratable acids, and 1.3—1.5 times more ascorbic acid than other varieties.

It was found that the studied processed products met the requirements of current regulatory documents, which regulated their content of not less than 25% in compotes, 62% in jams, 68% in preserves. The mass fraction of sugars in the products ranged from 24.3—25.4% in compotes, 56.0—56.5% in jams, 61.4—64.0% in preserves, with a significant difference in this indicator depending on the type of product and variety, with a maximum in products made from Malvina berries. The content of titratable acids among the studied products was 0.50—0.60%, while in jams the value of this indicator was lower by 0.02—0.17%, and in preserves — by 0.11—0.15%. Compotes were distinguished by the content of ascorbic acid and its preservation — 35.2—52.8 mg/100g, and among the studied varieties — products from Malvina berries.

A significant dependence of the color intensity of fresh strawberries and its processed products on the characteristics of the variety was proved: the most intensely colored were berries of the Dukat and Malvina varieties and products from them.

According to the results of sensory evaluation, it was found that strawberries of Dukat and Malvina varieties are most suitable for the production of compotes and jams, and Elsanta and Rumba — for preserves.

DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-1-15

ЯКІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ З ЯГІД СУНИЦІ САДОВОЇ

І. Л. Заморська, О. В. Смілянець

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень якості харчових продуктів із суниці садової залежно від виду продукту та помологічного сорту ягід. З ягід суниці сортів Дукат, Ельсанта, Румба та Мальвіна виробляли компоти, джеми та варення за загальноприйнятими технологічними інструкціями, уварюючи джеми до 62% сухих розчинних речовин, варення — до 68%. Компот виготовляли з використанням цукрового сиропу в концентрації 68%. Отримані продукти стерилізували та зберігали впродовж шести місяців за температури 20 °С. Якість продуктів оцінювали за змінами фізико-хімічних та органолептичних показників.

Встановлено, що ягоди суниці сорту Мальвіна з-поміж інших сортів накопили на 4,3—4,5% вищий вміст сухих розчинних речовин, в 1,3—1,4 раза — цукрів, в 1,5—1,7 — титрованих кислот, у 1,3—1,5 — аскорбінової кислоти.

Виявлено, що досліджувані продукти переробки за вмістом сухих розчинних речовин відповідали вимогам чинних нормативних документів, що регламентували їхній вміст не нижче 25% у компотах, 62 — у джемах, 68% — у варенні. Масова частка цукрів у продуктах коливалася в межах 24,3—25% у компотах, 56,0—56,5% — у джемах, 61,4—64,0% — у варенні за достовірної різниці за вказаним показником залежно від виду продукту та сорту за максимуму у продуктах з ягід сорту Мальвіна. За вмістом титрованих кислот з-поміж досліджуваних продуктів вирізнялися компоти 0,50—0,60%, тоді як у джемах значення вказаного показника було нижчим на 0,02—0,17%, а у варенні — на 0,11—0,15%. За вмістом аскорбінової кислоти та її збереженістю вирізнялися компоти — 35,2—52,8 мг/100 г, а серед досліджуваних сортів — продукти з ягід сорту Мальвіна.

Доведено суттєву залежність інтенсивності забарвлення свіжої суниці та продуктів її переробки від особливостей сорту: найбільш інтенсивно забарвленими були ягоди сортів Дукат і Мальвіна та продукти з них.

За результатами органолептичної оцінки встановлено, що ягоди суниці сортів Дукат та Мальвіна найбільш придатні для виробництва компотів і варення, джемів — Ельсанта та Румба.

Ключові слова: ягоди суниці, сорт, якість, компот, джем, варення, інтенсивність забарвлення.

Постановка проблеми. Суниця садова — найбільш популярна у світі ягідна культура, що зумовлено ранніми строками дозрівання, високою врожайністю, значним вмістом біологічно активних речовин, антиоксидантною здатністю та рентабельністю виробництва. Ягоди суниці користуються значним попитом з боку споживачів та є сировиною для виробництва різноманітних харчових продуктів: джемів, соків, сиропів, желе, морозива, шоколаду, сухофруктів, кондитерських виробів (Husaini, & Neri, 2016; Oğuz, Oğuz, & Kafkas, 2022).

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації світове виробництво ягід суниці у 2020 р. склало 8861381 т з площі 384668 га, в Західній Європі — 350244 т з 21021 га. За виробництвом ягід суниці у світі лідирує Китай з 3,336 млн т, на другому місці — США (1,055 млн т), на третьому — Мексика (557 тис. т). Світовий експорт свіжої та замороженої суниці у 2020 р. склав 1,6 млн тонн. За прогнозами аналітиків до 2026 р. світове виробництво ягід суниці садової зросте на 3,4%, а в грошовому еквіваленті сягне 22,450 млн дол. США (FAO). За даними Держкомстату України валовий збір суниці садової у 2022 р. склав 54,3 тис. т з площі 8,1 тис. га (Прокопенко, 2023).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сортимент суниці садової постійно розширюється із заміною існуючої сортової структури на сорти з кращими якісними характеристиками, поліпшеним адаптивним і продуктивним потенціалом та економічними перевагами вирощування. Програми селекції суниці зосереджені на отриманні сортів з легкою агротехнікою, високою стійкістю до шкідників і хвороб, ранніми строками плодоношення, привабливим зовнішнім виглядом і гармонійним смаком (Denaxa та ін., 2022; Qaderi та ін., 2022).

В Україні вирощується значна кількість сортів суниці садової вітчизняної та зарубіжної селекції, що призначені для споживання в свіжому вигляді, технічної переробки та універсальні. Вміст біологічно-активних речовин, характеристики кольору й органолептичні властивості ягід суниці садової суттєво залежать від сорту і можуть змінюватися за допомогою селекційних програм. Виведення нових сортів цієї культури з покращеними харчовими і дієтичними властивостями є запорукою отримання високоякісних харчових продуктів (Cervantes та ін., 2020; Cockerton та ін., 2021; Diamanti та ін., 2015).

Сьогодні зростає попит на відомі та нові продукти з ягід суниці, в тому числі сік, пюре, джем, желе та нектар. Однак використання ягід різних сортів як сировини для виробництва цих продуктів дещо обмежено, що зумовлено втратою природних пігментів, зокрема антоціанів, і негативним впливом переробки й тривалого зберігання на характеристики кольору і вміст біологічно-активних речовин у продуктах (Diamanti та ін., 2014).

Так, за даними (Terefe та ін., 2013) колір більшості плодів суниці суттєво погіршується під час термічної обробки та під тиском через деградацію антоціанів. Про високі втрати антоціанів при виробництві фруктових соків і пюре за різних способів обробки свідчать і дані, отримані в (Brownmiller, Howard, & Prior, 2009). Ці втрати залежать від ферментативної активності, рН продукту і вмісту цукрів у сировині, температури зберігання і доступності кисню. Наслідком деградації високого вмісту антоціанів є зниження індексу кольоровості продукту (Brownmiller, Howard, & Prior, 2009), що є реакцією конденсації антоціанів. На руйнування значної частини біологічно-активних речовин у продуктах із суниці вказується в (Terefe та ін., 2014).

За відсутності сортів суниці з мінімальними втратами біологічно-активних речовин і кольору продуктів під час обробки актуальним є питання необхідності використання штучних барвників, що спричиняє негативну реакцію споживачів. Вирішити цю проблему можна шляхом підбору нових сортів суниці садової для переробки на харчові продукти з більш стійкими характеристиками компонентів хімічного складу та кольору до умов термічної обробки.

Мета дослідження: встановлення якісних характеристик продуктів з ягід суниці садової залежно від помологічного сорту та виявлення найбільш придатних сортів для виробництва компотів, джемів і варення.

Матеріали і методи. Експериментальні дослідження виконували у 2022—2023 рр. на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету садівництва з ягодами суниці сортів Дукат (контроль), Ельсанта, Румба та Мальвіна. Якість свіжих ягід суниці садової оцінювали за ДСТУ 7653:2014. Підготовку ягід до переробки здійснювали за загальноприйнятими рекомендаціями. Ягоди збирали в технічній стадії стиглості, сортували за якістю, очищували, мили та виробляли джеми, варення і компоти згідно з чинними нормативними документами. Джем суничний уварювали до вмісту сухих розчинних речовин 62%, варення до — 68% з подальшим фасуванням у скляну тару місткістю 250 см³. Компот виготовляли шляхом фасування ягід у попередньо підготовлену скляну тару місткістю 250 см³ і заливання цукровим сиропом з концентрацією 68%. Отримані продукти стерилізували та зберігали впродовж шести місяців за температури 20 °С.

Якість продукції оцінювали за змінами фізико-хімічних та органолептичних показників: вміст сухих розчинних речовин — рефрактометричним методом за ДСТУ 8402:2015, цукрів — фериціанідним методом за ДСТУ 4954:2008, кислотність титруванням лугом за ДСТУ 4957:2008, вміст аскорбінової кислоти — йодометричним методом, інтенсивність забарвлення — вимірюванням оптичної густини спиртової витяжки зразків на фотоелектроколориметрі КФК-2, розраховуючи як суму оптичних густин: $U = (D_{420} + D_{520})$, органолептичну оцінку ягід та харчових продуктів — за п'ятибальною шкалою. Повторність дослідів трикратна. Статистичний аналіз виконували за допомогою програми StatSoft STATISTICA 6.1.478 User (2007).

Викладення основних результатів дослідження. В результаті досліджень встановлено, що ягоди суниці садової сорту Мальвіна накопичили найбільшу кількість сухих розчинних речовин — 13,6%, тоді як у ягід суниці сортів Ельсанта та Румба цей показник був на 4,3—4,5% нижчим (рис. 1). За результатами дисперсійного аналізу за вмістом сухих розчинних речовин ягоди суниці сортів Дукат, Румба та Ельсанта істотно не різнилися.

Результати дисперсійного аналізу свідчать, що за вмістом цукрів вирізнялися з-поміж інших ягоди сорту Мальвіна — 9,3%, тоді як у інших сортів значення вказаного показника було в 1,3—1,4 раза нижчим.

Вміст титрованих кислот в ягодах суниці садової коливався в межах від 0,6 до 1,0% сягаючи максимуму у ягід сорту Мальвіна, що в 1,5—1,7 раза перевищувало аналогічні значення показника інших сортів.

Аналогічна тенденція спостерігалася і за вмістом аскорбінової кислоти в ягодах за максимального значення у ягід сорту Мальвіна — 88 мг/100 г, що в 1,3—1,5 раза вище проти інших.

Дослідження хімічного складу продуктів з ягід суниці різних сортів показали значну залежність значень показників від виду продукту та сорту. Чинні нормативні документи на досліджувані продукти з ягід суниці нормують масову частку сухих розчинних речовин на рівні не нижче: для компотів — 25, джемів — 62,

варення — 68%. За вказаним фізико-хімічним показником якості одержані продукти з різних сортів суниці відповідають вимогам чинних нормативних документів.

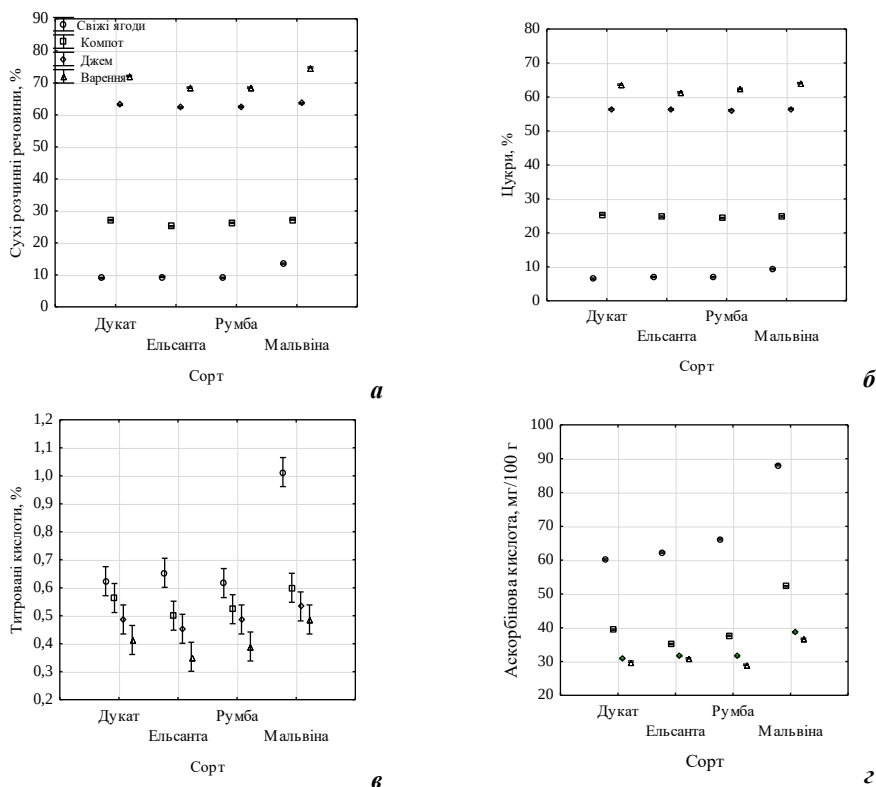


Рис. 1. Компоненти хімічного складу ягід суниці садової залежно від сорту та виду продукту (результати дисперсійного аналізу): *а* — сухі розчинні речовини; *б* — цукри; *в* — титровані кислоти; *г* — аскорбінова кислота

Масова частка цукрів у продуктах складала: у компотах — 24,3—25,4%, джемах — 56,0—56,5%, варенні — 61,4—64,0%, за достовірної різниці за вказаним показником залежно від виду продукту та сорту і максимуму в продуктах з ягід сорту Мальвіна. Нормативні документи на досліджувані продукти не нормують вміст цукрів.

Вміст титрованих кислот у продуктах з ягід суниці достовірно залежав від їхнього вмісту в сировині і виду продукту за максимального вмісту титрованих кислот у компотах — 0,50—0,60%. Натомість у джемах вміст титрованих кислот був нижчим на 0,02—0,17%, а у варенні — на 0,11—0,15%. У консервах з ягід суниці сорту Мальвіна вміст титрованих кислот перевищував аналогічний показник консервів з ягід суниці інших сортів.

Аскорбінова кислота має потужні антиоксидантні властивості завдяки здатності поглинати молекулярний кисень перед окисленням фенольних сполук та акцептора вільних радикалів через швидку реакцію з гідроксильними (та іншими)

радикалами, утворюючи відносно нереактивні радикали, які не можуть легко поширюватися (Pisoschi, Pop, Serban, & Fafaneata, 2014). Фрукти і ягоди є основним джерелом надходження в організм людини аскорбінової кислоти, оскільки ген, що кодує фермент, який каталізує останній етап біосинтезу, L-гулоно-1,4-лактонооксидазу не функціонує через мутації (Cruz-Rus, Amaya, Sanchez-Sevilla, Botella, & Valpuesta, 2011).

Відомо, що в результаті теплової обробки продуктів вміст у них аскорбінової кислоти знижується (Teribia та ін., 2021) за розміру втрат до 78% від вмісту у сировині (Roiana та ін. 2011). В результаті теплової обробки продуктів і проходження окисних процесів у продуктах істотно знизився рівень аскорбінової кислоти: у компотах з ягід суниці вміст аскорбінової кислоти складав 35,2—52,8 мг/100 г, у джемах — 30,8—38,7 мг/100 г, а у варенні — 29,0—37,0 мг/100 г. Достовірно збереженість аскорбінової кислоти в компотах з суниці була вищою проти інших продуктів (рис. 2). Серед досліджуваних сортів високу збереженість аскорбінової кислоти встановлено в продуктах з ягід суниці сорту Мальвіна.

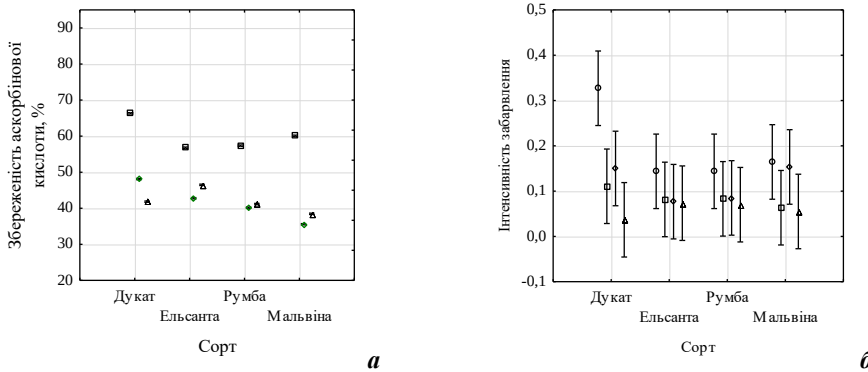


Рис. 2. Збереженість аскорбінової кислоти та інтенсивність забарвлення продуктів з суниці садової залежно від сорту та виду продукту (результати дисперсійного аналізу)

Інтенсивність забарвлення — показник, що характеризує зміну інтенсивності поглинання світла за довжин хвиль, що відповідають максимумам поглинання природними пігментами плодів та ягід. Результати дисперсійного аналізу свідчать про істотну залежність інтенсивності забарвлення свіжої суниці та продуктів з неї від особливостей сорту (рис. 2). Так, серед досліджуваних сортів найбільш інтенсивно забарвленими були свіжі ягоди суниці сортів Дукат і Мальвіна та компоти і джеми з ягід цих сортів. Серед досліджуваних видів продуктів найнижча інтенсивність забарвлення встановлена у варенні, що зумовлено більш тривалою тепловою обробкою цих продуктів.

Важливим методом оцінки якості харчових продуктів є органолептичний, що свідчить про придатність сорту для переробки. Результати дегустаційної оцінки (табл. 1) вказують на придатність для виробництва компотів ягід суниці сортів Дукат та Мальвіна, що зумовлено максимальною дегустаційною оцінкою продуктів з ягід цих сортів. Натомість, за рахунок потемніння забарвлення та підвищеної частки розварених ягід компоти з ягід суниці сортів Ельсанта та Румба отримали на 0,2—0,4 бала оцінку нижчу.

Таблиця 1. Органолептична оцінка продуктів з суниці, бал

Сорт	Зовнішній вигляд	Консистенція	Колір	Смак і аромат	Загальна оцінка
Компот					
Дукат (контроль)	4,4	4,7	4,6	4,4	4,5
Ельсанта	4,2	4,2	4,4	4,5	4,3
Румба	4,1	4,2	4,2	4,3	4,2
Мальвіна	4,5	4,8	4,6	4,5	4,6
НІР ₀₅					0,2
Джем					
Дукат (контроль)	4,7	4,4	4,7	4,6	4,6
Ельсанта	4,7	4,6	4,6	4,7	4,7
Румба	4,8	4,7	4,5	4,7	4,7
Мальвіна	4,6	4,5	4,7	4,5	4,6
НІР ₀₅					0,1
Варення					
Дукат (контроль)	4,7	4,8	4,7	4,8	4,8
Ельсанта	4,5	4,6	4,5	4,7	4,6
Румба	4,4	4,5	4,5	4,7	4,5
Мальвіна	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
НІР ₀₅					0,2

Якість джемів із суниці досліджуваних сортів істотно різнилася за показником консистенції: вищі бали отримали продукти з ягід сортів Ельсанта та Румба, що зумовлено нижчою щільністю ягід й отриманням за рахунок цього характерної консистенції.

Дегустаційна оцінка варення коливалася в межах 4,5—4,8 за максимальної у продуктах з ягід сортів Дукат і Мальвіна, що на 0,2—0,3 бала переважала значення аналогічних показників продуктів з ягід суниці сортів Ельсанта та Румба. Вказані результати отримані на підставі високої оцінки консистенції, кольору, смаку та аромату продуктів з ягід суниці цих сортів.

Висновки

Якість досліджуваних продуктів з ягід суниці істотно залежить від помологічного сорту ягід і виду продукту, відрізняючись за збереженістю аскорбінової кислоти, інтенсивністю забарвлення й органолептичною оцінкою. За комплексом зазначених показників для виробництва компотів і варення найбільш придатними є ягоди суниці сортів Дукат і Мальвіна, а джемів — Ельсанта та Румба.

Література

Прокопенко, О. (Ред.). (2023). Сільське господарство України: статистичний збірник за 2022 рік. Державна служба статистики України. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ7_u.htm.

- Cervantes, L., Ariza, M. T., Miranda, L., Lozano, D., Medina, J. J., Soria, C., & Martínez-Ferri, E. (2020). Stability of fruit quality traits of different strawberry varieties under variable environmental conditions. *Agronomy*, 10(9), 1242. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091242>.
- Brownmiller, C., Howard, L. R., & Prior, R. L. (2009). Processing and storage effects on procyanidin composition and concentration of processed blueberry products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(5), 1896—1902.
- Cockerton, H. M., Karlström, A., Johnson, A. W., Li, B., Stavridou, E., Hopson, K. J., ... , & Harrison, R. J. (2021). Genomic informed breeding strategies for strawberry yield and fruit quality traits. *Frontiers in Plant Science*, 2102. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.724847>.
- Cruz-Rus, E., Amaya, I., Sanchez-Sevilla, J. F., Botella, M. A., & Valpuesta, V. (2011). Regulation of L-ascorbic acid content in strawberry fruits. *Journal of Experimental Botany*, 62(12), 4191—4201. <https://doi.org/10.1093/jxb/err122>.
- Denaxa, N. K., Nomikou, A., Malamos, N., Liveri, E., Roussos, P. A., Papasotiropoulos, V. (2022). Salinity effect on plant growth parameters and fruit bioactive compounds of two strawberry cultivars, coupled with environmental conditions monitoring. *Agronomy*, 12(10), 2279. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102279>.
- Diamanti, J., Balducci, F., Di Vittori, L., Capocasa, F., Berdini, C., Bacchi, A., ... , & Mezzetti, B. (2015). Physico-chemical characteristics of thermally processed purée from different strawberry genotypes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 106—118. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.05.006>.
- Diamanti, J., Mazzoni, L., Balducci, F., Cappelletti, R., Capocasa, F., Battino, M., ... , & Mezzetti, B. (2014). Use of wild genotypes in breeding program increases strawberry fruit sensorial and nutritional quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(18), 3944-3953. <https://doi.org/10.1021/jf500708x>.
- FAO. Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Husaini, A. M., & Neri, D. (Eds.). (2016). *Strawberry: growth, development and diseases*. CABI. <https://doi.org/10.1079/9781780646633.0000>.
- Poiana, M. A., Moigradean, D., Dogaru, D., Mateescu, C., Raba, D., & Gergen, I. (2011). Processing and storage impact on the antioxidant properties and color quality of some low sugar fruit jams. *Romanian Biotechnological Letters*, 16(5), 6504—6512.
- Oğuz, İ., Oğuz, H. I., Kafkas, N. E. (2022). *Strawberry cultivation techniques*. In *Strawberries*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.104611>.
- Pisoschi, A. M., Pop, A., Serban, A. I., & Fafaneata, C. (2014). Electrochemical methods for ascorbic acid determination. *Electrochimica Acta*, 121, 443—460. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2013.12.127>.
- Qaderi, R., Mazzoni, L., Capocasa, F., Balducci, F., Marcellini, M., Pergolotti, V., ... , & Mezzetti, B. (2022, August). Effect of wild genotype on strawberry fruit nutritional quality in UNIVPM breeding program. In XXXI International Horticultural Congress (IHC2022): International Symposium on Advances in Berry Crops 1381 (pp. 45—52). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1381.6>.
- Terefe, N. S., Kleintschek, T., Gamage, T., Fanning, K. J., Netzel, G., Versteeg, C., & Netzel, M. (2013). Comparative effects of thermal and high pressure processing on phenolic phytochemicals in different strawberry cultivars. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 19, 57—65. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.05.003>.
- Terefe, N. S., Buckow, R., & Versteeg, C. (2014). Quality related enzymes in plant based products: Effects of novel food processing technologies. Part 1. High pressure processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 54, 24—63. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.566946>.
- Teribia, N., Buvé, C., Bonerz, D., Aschoff, J., Goos, P., Hendrickx, M., & Van Loey, A. (2021). The effect of thermal processing and storage on the color stability of strawberry puree originating from different cultivars. *Lwt*, 145, 111270. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111270>.