



Original researches

Influence of Climatic Factors on the Formation of the Content of Dry Soluble Substances and Sugars in Cherry Fruit

Received: 12 December 2018
Revised: 26 December 2018
Accepted: 27 December 2018

Uman National University of Horticulture,
Institutska Str., 1, Uman, 20305, Ukraine

Tel.: +38-047-443-20-11
E-mail: elenamila@i.ua

Cite this article: Vasylyshyna, O. V. (2019). Influence of climatic factors on the formation of the content of dry soluble substances and sugars in cherry fruit. *Agrology*, 2(1), 27–30. doi: 10.32819/2617-6106.2018.14014

O. V. Vasylyshyna
Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

Abstract. The fruits of cherry belong to the category of prophylactic and therapeutic due to the balanced chemical composition: sugars, acids, tannins and coloring matters, vitamins. However, the quality of the fruits varies depending on the variety, growing zone, and especially under the influence of weather conditions. Just the weather conditions before harvesting have an influence on the fruit growing and productivity. Therefore, the purpose of the work was to establish the influence of such climatic indicators as the sum of effective temperatures of the period of vegetation and the phase of ripening, the amount of precipitation and the hydrothermal coefficient on the formation of the content of dry soluble substances and sugars in the fruits of cherry. The research was carried out on the basis of the Laboratory of the Department of Technology of Storage and processing of fruits and vegetables of Uman State University of Horticulture during 2013–2017. As the objects of research were fruits of cherries of varieties Lotovka and Shpanka, grown in the Central region of Ukraine. In fruits were determined the content of dry soluble substances by the refractometric method and the total content of sugars by the ferricyanide method. In accordance with the results of research the weather conditions of the period of ripening of the fruit are affected on the formation of the content of dry soluble substances and sugar of fruits of cherry. It was established that the content of dry soluble substances is in the inverse average correlation dependence on the amount of precipitation for the cherry fruit of the Lotovka (–0.76) and Shpanka (–0.83) varieties. Between the hydrothermal coefficient and the content of dry soluble substances in both varieties was established the significant inverse correlation with the correlation coefficients –0.96 and –0.91. The regression equation is derived, whereby by means of the hydrothermal coefficients can predict the content of dry soluble substances in the fruits.

Keywords: temperature; moisture; cherry fruits; dry soluble substances; sugars.

Вплив кліматичних факторів на формування вмісту сухих розчинних речовин та цукрів у плодах вишні

О. В. Василичина
Уманський національний університет садівництва, м. Умань, Україна

Анотація. Плоди вишні належать до категорії профілактичних і лікувальних завдяки збалансованому хімічному складу: цукрів, кислот, дубильних і барвних речовин, вітамінів. Однак показники якості плодів змінюються залежно від сорту, зони вирощування, а особливо від погодних умов. Саме погодні умови перед збиранням урожаю впливають на вирощування плодів та врожайність. Тому метою роботи було встановлення впливу залежності таких кліматичних показників, як сума ефективних температур періоду вегетації та фази досягання, кількість опадів і гідротермічний коефіцієнт на формування вмісту сухих розчинних речовин і цукрів у плодах вишні. Дослідження проводили на базі лабораторії кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва протягом 2013–2017 рр. Об'єктами досліджень були плоди вишні сортів Лотівка та Шпанка, вирощені в Центральному регіоні України. У плодах визначали вміст сухих розчинних речовин рефрактометричним методом та загальний вміст цукрів – фериціанідним методом. За результатами досліджень на формування вмісту сухих розчинних речовин і цукрів плодів вишні впливають погодні умови, особливо періоду дозрівання плодів. Встановлено, що вміст сухих розчинних речовин знаходиться в середній оберненій кореляційній залежності від кількості опадів для плодів вишні сорту Лотівка (–0,76) і Шпанка (–0,83). Між гідротермічним коефіцієнтом і вмістом сухих розчинних речовин у плодах вишні обох сортів встановлено значний обернений кореляційний зв'язок з коефіцієнтами кореляції –0,96 та –0,91. Виведено рівняння регресії, за яким по гідротермічних коефіцієнтах можна прогнозувати вміст сухих розчинних речовин у плодах.

Ключові слова: температура; вологість; плоди вишні; сухі розчинні речовини; цукри.

Вступ

Завдяки високому вмісту поліфенолів, дубильних і барвних речовин, вітамінів, мікроелементів плоди вишні належать до категорії профілактичних і лікувальних (Poll et al., 2003; Vasylyshyna, 2016). Особливо потрібні вони для хворих на гіпертонію, недокрів'я.

Цукри в плодах вишні становлять 6,5–21,5%, в основному представлені глюкозою (3,8–5,3%), фруктозою (3,3–4,4%) і сахарозою (0,8%). Кислоти в них займають 0,7–3,0%, серед основних – яблучна і лимонна, в меншій мірі бурштинова, мурашина, саліцилова (Ivanova et al., 2008; Wani et al., 2014; Vasylyshyna, 2016). У плодах вишні наявні вітаміни С (10–50 мг/100 г), а також В₁, В₂, В₉, РР. Терпкуватий смак надають вишні дубильні речовини, разом з барвними речовинами їх кількість становить 0,8% (Kolesnikova, 2003).

Показники якості плодів вишні змінюються залежно від сорту, зони вирощування, погодних умов, ступеня стиглості і т. ін. Кліматичні ресурси, особливо перед збиранням урожаю, впливають на врожайність та якість плодів (Serrano et al., 2005; Kaweckі et al., 2006; Sasnauskas et al., 2009; Zheng et al., 2009; Crespo et al., 2010; Garcia-Montiel et al., 2010; Shkinder-Barmina, 2015). Зниження температури під час цвітіння вишні в окремі роки до –2,4 °С викликає помітну втрату продуктивності сорту (Bublyk, 2002). Високі денні температури від 33 до 37 °С під час збирання врожаю також згубні. Велика кількість опадів негативно впливає на врожайність плодів вишні через розтріскування плодів (Carpio & Quamme, 2006).

Період формування плодів вишні (від кінця цвітіння до масового досягання) коливається від 39 до 48 діб у ранньостиглих сортів, від 49 до 57 діб у середньостиглих і від 52 до 65 діб – у пізньостиглих сортів. Строки досягання плодів ранніх сортів у середньому тривають від 15 до 20 червня (5 діб), середньостиглих – від 21 до 28 червня (7 діб) та пізньостиглих – від 29 червня до 13 липня (14 діб). Для масового дозрівання плодів потрібно було накопичення суми активних температур вище 10 °С (Shkinder-Barmina, 2013).

Основними факторами, що формують смак плодів вишні є вміст сухих розчинних речовин, цукрів та антоціанів (Poll et al., 2003). На якість плодів вишні, зокрема на вміст сухих розчинних речовин та цукрів, впливають зміни суми ефективних температур та кількості опадів за 10–15 діб до зняття врожаю (Revell, 2009).

Вміст сухих речовин у плодах є основною якісною ознакою, яка безпосередньо залежить від кліматичних факторів. Саме вміст сухих речовин у плодах протягом вегетаційного періоду визначається активністю фотосинтетичних процесів. У результаті цих процесів утворюється основна частина (95–98 %) загального вмісту сухих речовин, які є джерелом метаболітів, що визначають формування плоду (Poll et al., 2003; Kuznesov & Dmitrieva, 2006).

Показники якості плодів вишні змінюються під час вегетації; на зміну гідротермічного коефіцієнта (ГТК) відмічено різну реакцію плодів різних сортів вишні (Bublyk, 2002).

Інші дослідники відзначають, що підвищення температури і зниження вологості сприяють збільшенню вмісту сухих розчинних речовин, у тому числі цукрів. Вміст хімічних компонентів змінюється залежно від сорту та стадії стиглості (Ladanyi et al., 2015). Стадію стиглості плодів вишні визначають за оптимальним умістом цукрів, кислот та антоціанів (Poll et al., 2003; Serrano et al., 2005).

У наукових джерелах наголошується кореляційна залежність між середньою температурою та вмістом сухих розчинних речовин і загальних цукрів. Середня температура в липні позитивно корелює з умістом сухих розчинних речовин, а опади у цьому місяці негативно корелюють зі загальним умістом цукру.

Метою нашої роботи було встановлення впливу сум ефективних температур періоду вегетації та фази досягання (15 діб), кількості опадів і гідротермічного коефіцієнта на формування вмісту сухих розчинних речовин, цукрів у плодах вишні.

Матеріал і методи досліджень

Роботу проводили на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва протягом 2013–2017 рр. з плодами вишні поширених сортів Лотівка та Шпанка, вирощених у ТОВ “Деметра”. Дерева садіння 2004 року, схема розміщення – 5×3 м. Міжряддя утримуються під чорним паром, пристовбурні смуги – під гербіцидним паром. Умови вирощування – без зрошування. Плоди вишні кожного сорту збирали за 15 км від місця призначення у споживчій стадії стиглості протягом першої декади липня з чотирьох дерев та різних місць крони. Для проведення хімічного аналізу формували вибірку вагою не менше 2 кг. Вміст сухих розчинних речовин визначали рефрактометричним методом (ГОСТ 28562-90), загальний вміст цукрів – феричіанідним методом (Nauchenko, 2001). Маса плодів для аналізу – 2 кг. Повторність триразова. Математичну обробку даних проводили з використанням комп'ютерної програми Excel 2000 та Statistica 6 (Mamchich et al., 2006).

Результати

У роки досліджень, за даними Уманської метеостанції, спостерігалися значні метеорологічні коливання (табл. 1).

Сума ефективних температур протягом вегетаційного періоду плодів вишні коливалася в межах 398,2–710,3 °С. Причому найбільш посушливим відзначався 2013 рік, коли сума ефективних температур становила 710,3 °С, а в період досягання плодів 318,3 °С. Помірні температури спостерігали в періоди вегетації та досягання плодів 2014 та 2015 років. Найменша сума ефективних температур 398,2 °С зареєстрована у 2016 році, а в період досягання плодів 143,6 °С, що свідчить про несприятливі погодні умови вирощування плодів 2013 та 2016 років порівняно з помірними 2014 та 2015 роками.

Таблиця 1. Агрокліматичні показники за період вегетації плодів вишні

Рік	Період вегетації	Сума ефективних температур, °С		Кількість опадів, мм		ГТК	
		період вегетації	фаза досягання 15 діб	період вегетації	фаза досягання 15 діб	період вегетації	фаза досягання 15 діб
2013	80	710,3	318,3	191,9	52,6	2,7	1,7
2014	84	546,1	269,0	298,5	43,9	5,5	1,6
2015	89	564,2	286,8	233,9	12,8	4,1	0,4
2016	80	398,2	143,6	191,1	30,7	4,8	2,1
2017	82	611,6	131,1	256,9	19,6	4,2	1,5

Вологість є головним фактором, що визначає формування плодів. Кількість опадів за період вегетації коливалася від 191,1 до 298,5 мм. У період досягання плодів їх кількість становила 12,8–52,6 мм. Нестача вологи за фази досягання 2015 року чи її надлишок 2013 року негативно впливали на формування плодів вишні.

Вплив погодних умов періоду вегетації на якісний склад плодів вишні можна оцінити за допомогою комплексного показника – гідротермічного коефіцієнта (ГТК). Протягом дослідження за період вегетації показник був на рівні 2,7–4,8. У фази досягання плодів вишні ГТК найнижчий у 2015 році – 0,4, а найвищий 2016 року – 2,1. В інші роки досліджень він був помірнішим і коливався від 1,5 до 1,7.

Саме термічні ресурси та вологість впливають на формування якості плодів вишні, особливо в період досягання плодів. Уміст сухих розчинних речовин у плодах вишні залежить від погодних умов року вирощування та особливостей сорту (рис. 1). Дещо вищий вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні сорту Шпанка (16,4–18,8%), у сорту Лотівка показник на 10 % менший.

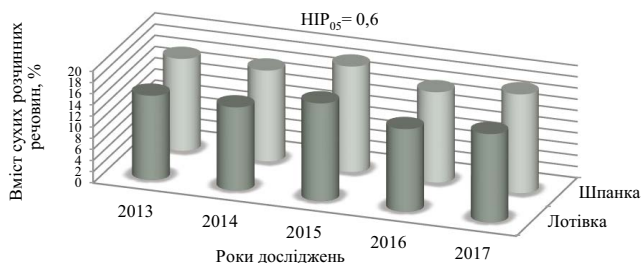


Рис. 1. Вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні

Аналіз кореляційної залежності повною мірою дає змогу встановити взаємозв'язок між хімічним складом та погодними умовами за період формування плодів вишні. Зокрема, для плодів вишні характерною особливістю є накопичення сухих розчинних речовин у роки з високими сумами температур та мінімальною кількістю опадів. На формування вмісту сухих розчинних речовин значно впливають опади в період досягання (табл. 2).

Залежно від сорту встановлено значний та обернений кореляційний зв'язок між умістом сухих розчинних речовин та кількістю опадів для плодів вишні сортів Лотівка (–0,76) та Шпанка (–0,83). Гідротермічний коефіцієнт за період досягання плодів

вишні також свідчить про значний обернений кореляційний зв'язок (–0,96 та –0,91, відповідно).

Така сама тенденція спостерігається з умістом цукрів (рис. 2), який залежить від кількості опадів за період досягання плодів вишні. Між умістом цукрів та кількістю опадів спостерігається середня обернена кореляційна залежність з коефіцієнтами кореляції для плодів вишні сорту Лотівка –0,69 та Шпанка –0,86 (табл. 3). Гідротермічний коефіцієнт фази досягання підтверджує дану тенденцію з високими оберненими коефіцієнтами кореляції.

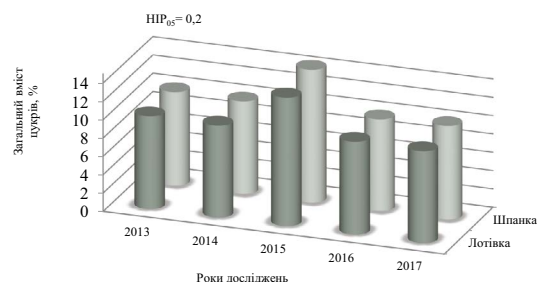


Рис. 2. Загальний вміст цукрів у плодах вишні

Між умістом сухих розчинних речовин та гідротермічним коефіцієнтом встановлено значну обернену кореляційну залежність. Нами було виведено рівняння, за яким можна спрогнозувати вміст сухих розчинних речовин залежно від гідротермічних показників протягом періоду досягання плодів вишні сортів Шпанка та Лотівка (рис. 3).

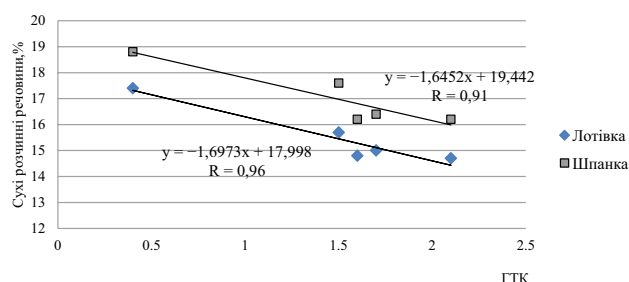


Рис. 3. Зміна вмісту сухих розчинних речовин плодів вишні залежно від гідротермічного коефіцієнта періоду досягання плодів

Таблиця 2. Кореляційні залежності між погодними умовами та вмістом сухих розчинних речовин плодів вишні

Сорт	Сума ефективних температур, °С		Опади		ГТК	
	період вегетації	фаза досягання	період вегетації	фаза досягання	період вегетації	фаза досягання
Лотівка	0,16	0,22	0,07	–0,76	–0,18	–0,96
Шпанка	0,17	0,07	0,10	–0,83	–0,17	–0,91

Таблиця 3. Кореляційні залежності між погодними умовами та вмістом загальних цукрів у плодах вишні

Сорт	Сума ефективних температур, °С		Опади		ГТК	
	період вегетації	фаза досягання	період вегетації	фаза досягання	період вегетації	фаза досягання
Лотівка	0,01	0,32	–0,01	–0,69	–0,11	–0,94
Шпанка	0,19	0,15	–0,19	–0,86	–0,13	–0,78

Обговорення

Термічні ресурси та вологість впливають на формування якості плодів вишні, особливо в період досягання плодів. Зокрема, нестача вологи у фазу досягання 2015 року сприяла накопиченню сухих розчинних речовин (17,4–18,8%) та цукрів (14,0–14,5%). Підвищення цукристості плодів цього року, порівняно з показниками цукристості в інші роки досліджень, є результатом високої суми ефективних температур (286,8 °C) за незначної кількості опадів в останні 15 днів досягання та ГТК (0,4). У 2016 році вміст сухих розчинних речовин (14,7–16,1%) був найнижчим серед усіх років досліджень, що пов'язано зі значним зволоженням (30,7 мм), низькою сумою активних температур (143,6 °C) та з ГТК (2,1) за 15 днів досягання. Отримані нами дані підтверджують, що погодні умови в червні–липні, а особливо за 15 днів досягання, сприяють формуванню хімічного складу плодів вишні.

Оскільки різниця за вмістом цукрів у плодах вишні по роках досліджень мінімальна, то можна вважати, що термічні ресурси і наявність опадів в останні 15 днів дозрівання мають значний вплив на синтез сухих розчинних речовин та цукрів (Revell, 2009).

Погодні умови періоду вегетації за 15 днів до збирання врожаю суттєво впливають на хімічний склад плодів вишні. Нами встановлено кореляційну залежність між цими показниками. Аналогічна кореляційна залежність виявлена й в роботах інших дослідників (Ladanyi et al., 2015).

Висновки

На формування вмісту сухих розчинних речовин та цукрів плодів вишні впливають погодні умови в період їх досягання. При цьому за 15 днів до збирання врожаю вміст сухих розчинних речовин, у тому числі й цукрів, знаходиться в середній оберненій кореляційній залежності від кількості опадів для плодів вишні сортів Лотівка (–0,76) та Шпанка (–0,83). Між гідротермічним коефіцієнтом та вмістом сухих розчинних речовин у плодах вишні досліджуваних сортів встановлено значний обернений кореляційний зв'язок з коефіцієнтами –0,96 та –0,91, відповідно. Виведено рівняння регресії, використовуючи яке можна спрогнозувати вміст сухих розчинних речовин у плодах вишні за гідротермічним коефіцієнтом.

References

- Bublyk, M. O. (2002). Zonal'ne rajonuvannja vishni i slivi v Ukraїni [Zonal zoning of cherries and plums in Ukraine]. *Garden, grapes and wine of Ukraine*, 9, 20–24 (in Ukrainian).
- Caprio, J. M., & Quamme, H. A. (2006). Influence of weather on apricot, peach and sweet cherry production in the Okanagan Valley of British Columbia. *Canadian journal of plant science*, 86(1), 259–267. doi: [10.4141/P05-032](https://doi.org/10.4141/P05-032)
- Crespo, P., Bordonaba, J. G., Terryb, L. A., & Carlen, C. (2010). Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. *Food Chemistry*, 122(1), 16–24. doi: [10.1016/j.foodchem.2010.02.010](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.010)
- Garcia-Montiel, F., Serrano, M., Martinez-Romero, D., & Alburquerque, N. (2010). Factors influencing fruit set and quality in different sweet cherry cultivars. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(4), 1118–1128.
- Ivanova, T. G., Ivanova, I. Y., Bezkorovajnij, O. S., & Todorova, L. V. (2008). Perspektivnij sort vishni (*Cerasus vulgaris* Mill.) z optimal'nim kompleksom fiziko-biohimichnih vlastivostej plodiv [Perspective cherry (*Cerasus vulgaris* Mill.) variety with the optimum complex of physical and biochemical fruit properties]. *Sadivnictvo*, 61, 245–250 (in Ukrainian).
- Kawecki, Z., Bieniek, A., Kopytowski, J., & Siksnianas, T. (2006). Preliminary assessment of productivity and fruit quality of Lithuanian and Ukrainian cultivars of blackcurrant under the climatic conditions of Olsztyn. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14, 75–80.
- Kolesnikova, A. F. (2003). Vishnja i chereshnja [Cherries and sweet cherry]. *Folio*, Moscow (in Russian).
- Kuznecov, V. V., & Dmitrieva, G. A. (2006). Fiziologija rastenij [Plant physiology]. *Vysshaja shkola*, Moscow (in Russian).
- Ladanyi, M., Vegvari, G., & Toth, M. (2015). Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars. *Trees*, 29(3), 797–807. doi: [10.1007/s00468-015-1159-6](https://doi.org/10.1007/s00468-015-1159-6)
- Mamchich, T. I., Olenko, A. Y., Osipchuk, M. M., & Shportyuk, V. G. (2006). Statistichnij analiz danih z paketom STATISTICA [Statistical analysis of data with the STATISTICA package]. *Vidrodzhennja, Drohobych* (in Ukrainian).
- Naychenko, V. M. (2001). Praktykum z tekhnologii zberihannia i pererobky plodiv ta ovociv [Workshop on Technology storage and processing of fruits and vegetables]. *Schoolboy*, Kyiv (in Ukrainian).
- Poll, L., Petersen, M., & Nielsen, G. S. (2003). Influence of harvest year and harvest time on soluble solids, titrateable acid, anthocyanin content and aroma components in sour cherry (*Prunus cerasus* L. cv. "Stevnsbær"). *European Food Research and Technology*, 216(3), 212–216. doi: [10.1007/s00217-002-0641-8](https://doi.org/10.1007/s00217-002-0641-8)
- Revell, J. (2009). Sensory profile and consumer acceptability of sweet cherries. *University of Nottingham*.
- Sasnauskas, A., Trajkovski, V., Strautina, S., Tikhonova, O., Siksnianas, T., Rubinskiene, M., Viskelis, P., Lanauskas, J., Valiuskaitė, A., Rugienius, R., & Bobinas, C. (2009). Evaluation of blackcurrant cultivars and perspective hybrids in Lithuania. *Agronomy Research*, 7, 737–743.
- Serrano, M., Gullen, F., Martinez-Romeo, D., Castillo, S., & Valero, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal agriculture and food chemistry*, 53, 2741–2745. doi: [10.1021/jf0479160](https://doi.org/10.1021/jf0479160)
- Shkinder-Barmina, A. N. (2013). Sortovye osobennosti razvitiya vishni (*Cerasus vulgaris* Mill.) na juche Ukraїny [Varietal characteristics of sour cherries (*Cerasus vulgaris* Mill.) in the South of the Ukraine]. *Contemporary horticulture*, 3, 1–7 (in Russian).
- Shkinder-Barmina, A. N. (2015). Optyimizacija sortymentu vyshni (*Cerasus vulgaris* Mill.) dlja stvorennja nasadzen' v umovah Pivdenного Stepu Ukraїny [Optimization of the sour cherry (*Cerasus vulgaris* Mill.) assortment for the creation of orchards in the conditions of the Ukraine's Southern Steppe]. *Sadivnictvo*, 70, 15–21 (in Ukrainian).
- Vasylyshyna, O. (2016). Influence of freezing and storing cherry fruit on its nutritional value. *Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria*, 15(2), 145–150. doi: [10.17306/j.ajs.2016.2.14](https://doi.org/10.17306/j.ajs.2016.2.14)
- Wani, A. A., Singh, P., Gul, K., Wani, M. H., & Langowski, H. C. (2014). Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food packaging and shelf life*, 1, 86–99. doi: [10.1016/j.fpsl.2014.01.005](https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.01.005)
- Zheng, J., Yang, B., Tuomasjukka, S., Ou, S., & Kallio, H. (2009). 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*, 57(7), 2977–2987. doi: [10.1021/jf8034513](https://doi.org/10.1021/jf8034513)