



UDC 634.23:58.055

**FORMATION OF FLAVORING QUALITIES OF SWEET CHERRY FRUITS
UNDER THE INFLUENCE OF WEATHER FACTORS**

I. Ivanova¹, M. Serdyuk¹, I. Kryvonos¹, O. Yeremenko¹, T. Tymoshuk²

Article info

Received

19.03.2020

Accepted

30.04.2020

¹ Dmytro

Motorny

Tavria State

Agrotechno-

logical

University

18, B. Khmel-

nytsky Ave,

Melitopol,

Zaporizhzhia

region,

72312, Ukraine

² Zhytomyr

National

Agroecological

University

7, Staryi Blvd,

Zhytomyr,

10008, Ukraine

E-mail:

[irynaivanova2017](mailto:irynaivanova2017@masl.com)

@masl.com

Ivanova, I., Serdyuk, M., Kryvonos, I., Yeremenko, O., Tymoshuk, T. (2020). Formation of flavoring qualities of sweet cherry fruits under the influence of weather factors. *Scientific Horizons*, 04 (89), 72–81. doi: 10.33249/2663-2144-2020-89-4-72-81.

The flavouring qualities of fruit raw materials are of major importance in selecting varieties for wide industrial use. The influence of weather conditions on the accumulation of sugar and fruits titrated acid has increased. The purpose of our research was to scientifically substantiate the effect of stress weather factors and varietal characteristics on the process of forming the taste of sweet cherry fruits within the years 2008–2019. 33 varieties of three sweet cherry fruits ripening periods, which were grown under the conditions of horticultural farms of Melitopol district of Zaporizhzhia region, were selected for this study.

It is established that the content of sugars and their variability of formation of the most promising from the technological point of view were the varieties Zabuta (12.47%), Dachnytsia (15,60%), Krupnoplidna (14.35%). Low and average variability by studies years of the selected varieties ($V_p=8.6-13.3\%$) was determined. Against the background of the general high variability of all groups of varieties by the titrated acids content ($V_p=19,7-20,0\%$). Fruits with maximum titrated acid values were isolated Valerii Chkalov, Dilema, Udivitelna (0.53–1.00). The overall high variability of all groups of varieties by the titrated acids content was noted ($V_p=20.7-24.3\%$). The optimal parameters of the sugar-acid index are determined in 31 varieties of three sweet cherry fruits ripening periods, with a range of index in the interval of 16.9–28.5 relative units. It has been proved that for all groups of varieties, irrespective of the ripening periods, the weather conditions of the research years had a dominant influence on the formation of the sugar and titratable acid content. In view of the two factor analysis results of variance, it is advisable to predict the sugars and titrated acids content in sweet cherry fruits by the average values for a particular group of varieties, and not separately for each pomological variety.

Key words: sugars, titratable acids, pomological variety, fruits ripening periods, variability, sugar-acid index.

**ФОРМУВАННЯ СМАКОВИХ ЯКОСТЕЙ ПЛЮДІВ ЧЕРЕШНІ
ПІД ВПЛИВОМ ПОГОДНИХ ЧИННИКІВ**

І. Є. Іванова¹, М. Є. Сердюк¹, І. А. Кривонос¹, О. А. Єременко¹, Т. М. Тимошук²

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312, Україна

²Житомирський національний агроекологічний університет
бульвар Старий, 7, Житомир, 10008, Україна

Смакові якості плодової сировини мають вирішальне значення під час відбору сортів черешні для промислового використання. Накопичення цукрів та органічних кислот у плодах черешні залежить від

сортів та погодних умов. У зв'язку з цим, метою наших досліджень було наукове обґрунтування частки впливу стресових погодних факторів та сортових особливостей на процес формування смакових якостей плодів черешні впродовж 2008–2019 років. Для дослідження були обрані плоди черешні 33 сортів трьох термінів досягання, що були вирощені в умовах садівничих господарств Мелітопольського району Запорізької області.

Встановлено, що за вмістом цукрів та варіативністю їх формування найбільш перспективними, з технологічної точки зору, були сорти Забута (12,47 %), Дачниця (15,60 %), Крупноплідна (14,35 %). Визначена низька та середня варіативність за роками досліджень виділених сортів ($V_p=8,6\%$ – $13,0\%$). На фоні загальної високої варіативності всіх груп сортів за вмістом титрованих кислот ($V_p=19,7$ – $20,0\%$) було виділено плоди з максимальними показниками титрованих кислот Валерій Чкалов, Ділема, Удівительна (0,53–1,00). Відзначена загальна висока варіативність всіх груп сортів за вмістом титрованих кислот ($V_p=20,7$ – $24,3\%$). Оптимальні параметри цукрово-кислотного індексу визначено у 31 сорту черешні всіх строків досягання з діапазоном показника в інтервалі 16,9–28,5 відносних одиниць. Доведено, що впродовж періоду досліджень домінуючий вплив на формування фонду цукрів та титрованих кислот для всіх груп сортів, незалежно від терміну досягання, виявляли погодні умови. З погляду на отримані результати двофакторного дисперсійного аналізу, прогнозувати вміст цукрів та титрованих кислот у плодах черешні доцільно за середніми значеннями для певної групи сортів, а не окремо для кожного помологічного сорту.

Ключові слова: цукри, титровані кислоти, помологічний сорт, терміни досягання плодів, варіабельність, цукрово-кислотний індекс.

Вступ

Проблема якості та ефективності використання плодової продукції в умовах забруднення навколишнього середовища – одна з найважливіших на Україні. Вирішення її неможливо без покращення сортименту черешні, яка є однією з найбільш поширених кісточкових культур, що вирощуються в Україні. Плодова культура відзначається щорічним плодоношенням, раннім терміном досягання плодів з високими смаковими та дієтичними якостями, а також посідає одне з перших місць за прибутковістю.

Південна степова зона України вважається однією із основних регіонів стабільного виробництва високоякісних плодів черешні, які користуються необмеженим попитом на внутрішньому та світовому споживчому ринках плодової продукції. Щорічно в Україні продукується 70–80 тисяч тонн черешні, чверть врожаю культури зосереджено у Запорізькій області (Serdyuk & Ivanova, 2020).

Зусиллями селекціонерів України покращено сортимент черешні. Екологічна селекція дозволила отримати нові сорти плодових культур з високою адаптивністю, стійкою продуктивністю, раннім вступом у плодоношення та здатністю формувати врожай високих товарних і смакових якостей (Wenden, 2017; Ivanova, 2019).

У сучасних ринкових умовах до основних визначаючих факторів під час підбору сортів для

широкого промислового використання, окрім високого біологічного потенціалу продуктивності культури, велике значення мають смакові якості плодової сировини. Останні визначають попит на плоди черешні, ціноутворення та фінансове становище виробників.

Смакові якості плодів обумовлені вмістом таких основних компонентів хімічного складу, як цукри та органічні кислоти, а також їх співвідношенням (Teriba, 2016; Wang, 2017; Ivanova & Serdiuk, 2019).

Вуглеводи займають найважливіше місце серед сухих речовин плодів. Загальновідомо, що вуглеводи поділяються на 3 групи: моносахариди, дисахариди, полісахариди. Кожна група характеризується індивідуальним ступенем розчинності у воді, фізичними та біохімічними властивостями. Саме вуглеводи забезпечують високу харчову цінність та особливі смакові якості плодів (Serdyuk & Priss, 2020).

Окремі види плодів дуже різняться між собою за складом вуглеводів та типом вуглеводного обміну. Плоди персику та абрикосу мають змішаний тип вуглеводного обміну – наявність моно- та дисахаридів. У плодах вишні та черешні цукри представлені переважно глюкозою та фруктозою (Basanta, 2014; Kucuker, 2015).

Рівень вмісту сухих речовин обумовлює спрямованість та інтенсивність біохімічних процесів, які відбуваються у плодах під час зберігання. Комплекс цукрів у плодах черешні

перевищує вміст інших компонентів у складі сухих розчинних речовин. Вміст вуглеводів у плодах черешні, які вирощені на півдні України, коливається від 12,82 до 15,00 % (Chockchaisawasdee, 2016; Yevlash, 2019).

Незначна частина сухих розчинних речовин представлена органічними кислотами. Проте, вони мають істотний вплив на смак та якість плодів. Слід зазначити, що кислий смак плодів обумовлений не загальним вмістом кислот, а титрованою кислотністю, тобто вмістом вільних кислот (Sen, 2012; Spornberger, 2015).

У свіжих плодах черешні, що вирощені у Південній степовій зоні України, кількість вільних органічних кислот, а також їх кислих та середніх солей складає в середньому 0,43–0,76 %. Яблучна кислота складає понад 90 % загальної кислотності у плодах черешні та вишні (Radunic, 2014; Serdyuk & Priss, 2020).

Об'єктивним показником, який характеризує смакові якості плодів, є цукрово-кислотний індекс (ЦКІ). Він визначається як відношення відсоткового вмісту цукрів до відсоткового вмісту кислот. Поріг відчуття кислого смаку різних цукрів і кислот неоднаковий. Вміст компонентів біохімічного складу плодів мінливий, тому точно розрахувати точку компенсації смаку важко. Для лимонної кислоти поріг відчуття кислого смаку (г/100 мл розчину) становить 0,0154. Сахароза починає відчуватися при концентрації 0,38 % (Engin, 2009; Serdyuk & Priss, 2020). Найбільш гармонійним смаком відрізняються плоди з ЦКІ 15–30 відносних одиниць.

В останньому десятиріччі посилилася нестабільність погодних умов. У зв'язку з цим плодіві дерева зазнають значного багаторазового впливу комплексу несприятливих стресових чинників, що призводить до зниження врожайності та якості плодів. За даними вітчизняних та закордонних науковців відомо, що рівень накопичення цукрів та органічних кислот у фруктах визначається сортовими особливостями, місцем та технологіями вирощування і змінюється під впливом погодних чинників вегетаційного періоду (Skaletskaya, 2013; Zeman, 2013).

Так, зазначено, що у роки з максимальною кількістю опадів у плодах менше накопичується сухих речовин, у тому числі і цукрів. У посушливі роки спостерігається збільшення кількості цукрів на фоні зменшення вільної вологи в клітинах

плодів. Накопичення кислот тісно пов'язано з комплексом біохімічних перетворень органічних кислот в цілому (Konopacki, 2003; Balk, 2018, Serdyuk & Stepanenko, 2015).

Отже, на основі наведених літературних джерел, можна стверджувати про існування сильної кореляції між смаковими якостями плодів черешні та вмістом у них цукрів і органічних кислот, кількісний фонд яких, у свою чергу, сильно корелює з погодними умовами регіону вирощування. В умовах зміни клімату, ступінь впливу стресових погодних чинників на формування смакових якостей плодів черешні в умовах Південної степової підзони України недостатньо висвітлені у літературних джерелах, що і обумовлює актуальність проведених досліджень.

Матеріали та методи

Дослідження проводили впродовж 2008–2019 рр. на базі лабораторії технології первинної переробки і зберігання продуктів рослинництва НДІ агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь.

Плоди 33 дослідних сортозразків, що обрані для досліджень, були вирощені в умовах садівничих господарств Мелітопольського району Запорізької області. Збирали їх з дерев, типових для певного помологічного сорту та одного віку. Агрофон на дослідних ділянках протягом усіх дослідних років був однаковим та задовольняв вимоги агротехніки.

Для дослідження були обрані плоди черешні інтродукованих сортів та які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. За терміном досягання сорти поділені на три групи:

- 1 група – 7 сортів раннього терміну досягання – Світ Ерліз, Мерчант, Бігаро Бурлат, Рубінова рання, Валерій Чкалов, Казка, Забута;
- 2 група – 13 сортів середнього терміну досягання – Кордія, Октавія, Винка, Первисток, Темп, Улюблениця Туровцева, Талісман, Ділема, Мелітопольська чорна, Оріон, Червнева рання, Дачниця, Простір;
- 3 група – 13 сортів пізнього терміну досягання – Каріна, Регіна, Міраж, Крупноплідна, Удівительна, Зодіак, Сюрприз, Колхозниця, Космічна, Празднічна, Анонс, Темпоріон, Меотида.

Визначення масової концентрації цукрів, титрованої кислотності у плодах черешні проводили у період споживчої стиглості. Відбір та підготовку проб до аналізів виконували за ДСТУ ISO 874-2002. Вміст масової концентрації цукрів та титрованої кислотності визначали за стандартними методиками (Serdyuk & Priss, 2020) згідно з ДСТУ 4954:2008 та ДСТУ 4957:2008.

При аналізі та обробці експериментальних даних використовували методи варіаційної статистики: проводили математичну обробку, визначення статистичних характеристик, парний і множинний кореляційний та дисперсійний аналізи – за Б. А. Доспеховим (Dospikhov, 1985), використовуючи комп'ютерні програми «MS Office Excel 2010», пакет «Statistica» і персональний комп'ютер.

В ході експерименту використано щоденні метеорологічні данні за період з 2008 по 2019 роки, надані Мелітопольською метеостанцією.

Регіон садівництва, до якого за територіальним розташуванням входить Запорізька область, вважається досить сприятливим для вирощування черешні (Bondarenko, 2017). Загальна характеристика кліматичних умов регіону проведення досліджень наведена у попередніх роботах (Serdyuk & Ivanova, 2020).

Результати досліджень та обговорення

Результати дванадцятирічних досліджень дають можливість стверджувати, що середній вміст цукрів у плодах черешні, вирощених в умовах аналізованого регіону, знаходився на рівні 12,63 %

Середній вміст цукрів у плодах черешні групи сортів раннього терміну досягання знаходився на рівні 11,93 % (табл. 1), був на 5,5 % нижчим порівняно з середнім сортовим значенням.

Таблиця 1. Вміст цукрів у плодах черешні сортів раннього терміну досягання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, $n=5$

| Помологічний сорт | Середній вміст цукрів, % | min вміст цукрів, % | max вміст цукрів, % | Варіація за роками, V_p , % |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| Рубінова рання | 12,35±3,04 | 8,22 | 15,87 | 24,6 |
| Валерій Чкалов | 12,55±2,96 | 8,56 | 15,94 | 23,6 |
| Світ Ерліз | 12,85±2,83 | 9,52 | 16,91 | 22,1 |
| Мерчант | 10,55±1,64 | 8,21 | 12,56 | 15,6 |
| Казка | 11,63±2,03 | 8,65 | 14,17 | 17,4 |
| Бігаро Бурлат | 11,11±1,68 | 8,15 | 13,05 | 15,1 |
| Забута | 12,47±1,62 | 9,58 | 14,58 | 13,0 |
| Середнє значення | 11,93±2,39 | 8,15 | 16,91 | 20,0 |
| НІР₀₅ | 0,764 | – | – | – |

Серед даної групи сортів мінімальний вміст цукрів зафіксовано у плодах сорту Бігаро Бурлат (8,15 %) урожаю 2008 року. Він був нижчим за середнє сортове значення на 31,7 %. Максимальний рівень цукрів на рівні 16,91 % виявлений у плодах сорту Світ Ерліз врожаю 2012 року. При цьому, перевищення над середнім сортовим значенням становило 41,7 %. Сортом раннього терміну досягання, який за результатами дванадцятирічних досліджень характеризувався найбільшою середньою масовою часткою цукрів, був Світ Ерліз, а найменшою – Мерчант (табл. 1).

У плодах черешні груп сортів середнього та пізнього термінів досягання середній вміст цукрів перевищував середнє сортове значення, відповідно, на 1,7 та 3,8 % (табл. 2, 3). Отже, серед вивчених сортів максимальним вмістом цукрів

характеризувалися плоди черешні групи пізнього терміну досягання.

У групах сортів середнього та пізнього термінів досягання мінімальною кількістю цукрів характеризувалися зібрані у 2008 році плоди сортів Темп та Анонс. Кількість цукрів була меншою за середнє сортове значення на 41,2 та 38,8 %, відповідно. Максимальна масова частка цукрів зафіксована у плодах урожаю 2012 року сортів Первісток та Удівительна. При цьому, перевищення над середнім сортовим значенням становило 38,6 та 41,7 %, відповідно. Серед сортів групи середнього терміну досягання максимальний середній вміст цукрів зафіксовано у плодах сортів Талісман та Дачниця, а групи пізнього – плодах сорту Крупноплідна.

Таблиця 2. Вміст цукрів у плодах черешні сортів середнього терміну досягання, % (2008 – 2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, $n=5$

| Помологічний сорт | Середній вміст цукрів, % | min вміст цукрів, % | max вміст цукрів, % | Варіація за роками, V_p , % |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| Винка | 12,24±2,42 | 8,35 | 16,39 | 19,8 |
| Первисток | 12,40±2,94 | 7,98 | 17,81 | 23,7 |
| Темп | 13,16±3,00 | 7,55 | 17,51 | 22,8 |
| Улюблениця Туровцева | 10,82±1,36 | 8,78 | 13,65 | 12,6 |
| Талісман | 14,59±1,59 | 12,61 | 17,91 | 10,9 |
| Ділема | 12,86±1,99 | 9,02 | 15,21 | 15,5 |
| Мелітопольська чорна | 11,16±2,76 | 9,00 | 16,81 | 24,7 |
| Кордія | 13,79±2,37 | 9,56 | 17,21 | 17,2 |
| Октавія | 13,78±2,87 | 9,02 | 17,45 | 21,4 |
| Оріон | 13,43±2,09 | 9,65 | 16,88 | 15,5 |
| Червнева рання | 11,00±1,48 | 8,27 | 14,54 | 13,50 |
| Дачниця | 15,60±1,35 | 13,53 | 17,67 | 8,6 |
| Простір | 12,67±3,36 | 7,98 | 17,84 | 26,6 |
| Середнє значення | 12,85±2,64 | 7,55 | 17,91 | 20,6 |
| НІР₀₅ | 0,363 | – | – | – |

Таблиця 3. Вміст цукрів у плодах черешні сортів пізнього терміну досягання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, $n=5$

| Помологічний сорт | Середній вміст цукрів, % | min вміст цукрів, % | max вміст цукрів, % | Варіація за роками, V_p , % |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| Крупноплідна | 14,35±1,77 | 10,20 | 16,51 | 12,3 |
| Каріна | 12,53±1,97 | 9,56 | 17,21 | 15,7 |
| Регіна | 11,90±2,05 | 9,06 | 15,22 | 17,2 |
| Міраж | 13,89±2,67 | 9,24 | 17,21 | 19,2 |
| Удівительна | 13,03±2,75 | 8,31 | 18,21 | 21,08 |
| Зодіак | 13,14±2,48 | 9,12 | 16,56 | 18,8 |
| Сюрприз | 13,43±2,30 | 9,21 | 17,56 | 17,11 |
| Колхозниця | 12,64±2,67 | 8,51 | 17,21 | 21,00 |
| Космічна | 13,55±2,81 | 8,11 | 16,98 | 20,72 |
| Празднічна | 12,73±2,45 | 8,15 | 17,05 | 19,3 |
| Анонс | 12,36±2,62 | 7,86 | 17,42 | 21,2 |
| Темпоріон | 12,82±2,95 | 8,96 | 17,95 | 23,0 |
| Меотида | 14,05±2,76 | 7,96 | 17,45 | 19,6 |
| Середнє значення | 13,11±2,50 | 7,86 | 18,21 | 19,0 |
| НІР₀₅ | 0,532 | – | – | – |

При оцінці хімічного складу плодів за вмістом цукрів було встановлено, що особливу цінність мають сорти, плоди яких відрізняються не тільки високим їх вмістом, а і стабільністю цих показників. У якості показника стабільності сорту по відношенню до метеорологічних умов різних років вирощування використовували коефіцієнт варіації V_p . Відомо, що за значень коефіцієнту варіації менше 10 % варіативність вибірки вважається неістотною або низькою, за значень

від 10 до 20 % – середньою, вище 20 % – істотною або сильною.

Наведені результати досліджень свідчать про істотну варіативність вмісту цукрів за роками досліджень у групі сортів раннього терміну досягання. Найбільший вплив абіотичних чинників на вміст цукрів у плодах даної групи виявлено для сортів Рубінова рання та Валерій Чкалов з коефіцієнтами варіації 24,6 та 23,6 %, відповідно. Найбільш стійкими за вмістом цукрів

є сорти Забута, Мерчант, Бігаро Бурлат. Відповідні коефіцієнти варіації в діапазоні 13,0–15,6 %. Варіативність даних сортів під впливом погодних чинників за вмістом цукрів вважається середньою.

Варіативність вмісту цукрів за роками досліджень у плодах черешні груп сортів середнього терміну досягання була високою ($V_p=20,6\%$). Коефіцієнт варіації для сортів пізнього терміну досягання за вмістом цукрів був на рівні середнього значення ($V_p=19,0$). Серед групи сортів середнього терміну досягання найбільш стабільним вміст цукрів був у плодах сорту Дачниця ($V_p=8\%$), а найбільш мінливим – у сорту Простір ($V_p=26,6\%$). У групі сортів пізнього терміну досягання найбільша

варіативність вмісту цукрів зафіксована у плодах сортів Темпоріон ($V_p=23,0\%$), найменша – у сортів Крупноплідна ($V_p=12,3\%$).

Отже, за вмістом цукрів та варіативністю їх формування під впливом погодних факторів в умовах аналізованого регіону найбільш перспективними, з технологічної точки зору, були сорти Забута, раннього терміну досягання, Дачниця, середнього терміну досягання та сорт Крупноплідна, пізнього терміну досягання. Ці сорти відрізнялися високим вмістом цукрів та їх низькою варіативністю за роками досліджень.

Домінуючий вплив погодних факторів на накопичення фонду цукрів підтверджено результатами дисперсійного аналізу (табл. 4).

Таблиця 4. Результати двофакторного дисперсійного аналізу при формуванні фонду цукрів у плодах черешні

| Джерело варіації | Сума квадратів | Ступінь свободи | Дисперсія | $F_{факт}$ | $F_{таб.095}$ | Вплив, % |
|--|----------------|-----------------|-----------|------------|---------------|----------|
| Група сортів черешні раннього терміну досягання | | | | | | |
| Фактор А (рік) | 2074,4 | 11 | 188,6 | 2892,5 | 1,8 | 74,5 |
| Фактор В (сорт) | 346,2 | 6 | 57,7 | 885,0 | 2,2 | 12,4 |
| Взаємодія АВ | 351,4 | 66 | 5,3 | 81,7 | 1,4 | 12,6 |
| Група сортів черешні середнього терміну досягання | | | | | | |
| Фактор А (рік) | 3226,4 | 11 | 293,3 | 3753,0 | 1,8 | 61,9 |
| Фактор В (сорт) | 409,7 | 12 | 34,1 | 436,9 | 1,8 | 7,9 |
| Взаємодія АВ | 1550,5 | 132 | 11,8 | 150,3 | 1,3 | 29,7 |
| Група сортів черешні пізнього терміну досягання | | | | | | |
| Фактор А (рік) | 3254,9 | 11 | 295,9 | 1947,6 | 1,8 | 69,4 |
| Фактор В (сорт) | 144,6 | 12 | 12,0 | 79,3 | 1,8 | 3,1 |
| Взаємодія АВ | 1237,2 | 132 | 9,4 | 61,7 | 1,3 | 26,4 |

Встановлено, що для всіх груп сортів, незалежно від терміну досягання, домінуючий вплив на формування фонду цукрів мали погодні умови років досліджень (фактор А) з часткою впливу для сортів групи раннього терміну досягання – 74,5 %, групи середнього терміну досягання – 61,9 % і групи пізнього терміну досягання – 69,4 %. Вплив сортових особливостей (фактор В) був менш вагомим. Частка впливу даного фактору становила 12,4, 7,9 та 3,1 %, відповідно, для аналізованих груп.

Дослідження 2008–2019 років визначили, що середній вміст титрованих кислот (ТК) у плодах черешні, вирощених в умовах садівничих господарств Мелітопольського району, знаходився на рівні 0,61 %.

Середній вміст ТК плодах раннього строку

досягання дорівнював 0,47 % і був на 22,95 % нижчим порівняно з середнім сортовим значенням (табл. 5).

Мінімальний вміст титрованих кислот у межах сортів раннього терміну досягання зафіксовано у плодах сорту Рубінова Рання (0,26 %) урожаю 2017 року. Він був нижчим за середнє сортове значення на 44,6 %. Найбільша кількість титрованих кислот на рівні 0,73 % виявлена у плодів сорту Світ Ерліз врожаю 2011 року. При цьому, перевищення над середнім сортовим значенням становило 55,3 %. Сортами раннього терміну досягання, які, за результатами дванадцятирічних досліджень, накопичували максимальну кількість титрованих кислот, є Забута, Валерій Чкалов Світ Ерліз, а найменшою – Мерчант, Рубінова Рання (табл. 5).

Таблиця 5. Вміст титрованих кислот (ТК) та цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) у плодах черешні сортів раннього терміну досягання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, $n=5$

| Помологічний сорт | Середній вміст ТК, % | Вміст ТК, % | | Варіація за роками, V_p , % | ЦКІ, в.о. |
|-------------------------|----------------------|-------------|------------|-------------------------------|-----------|
| | | <i>min</i> | <i>max</i> | | |
| Рубінова рання | 0,38±0,08 | 0,25 | 0,54 | 20,7 | 32,5 |
| Валерій Чкалов | 0,53±0,10 | 0,31 | 0,72 | 19,7 | 23,6 |
| Світ Ерліз | 0,53±0,11 | 0,39 | 0,73 | 21,6 | 24,2 |
| Мерчант | 0,37±0,07 | 0,29 | 0,54 | 20,1 | 28,5 |
| Казка | 0,49±0,10 | 0,29 | 0,66 | 21,4 | 23,7 |
| Бігаро Бурлат | 0,47±0,09 | 0,33 | 0,69 | 20,5 | 23,6 |
| Забута | 0,53±0,11 | 0,34 | 0,67 | 20,3 | 23,5 |
| Середнє значення | 0,47±0,11 | 0,26 | 0,73 | 24,3 | 25,4 |
| НІР₀₅ | 0,029 | – | – | – | |

У групі сортів середнього терміну досягання мінімальною та максимальною кількістю титрованих кислот характеризувалися плоди сорту Червнева Рання, зібрані у 2015 та 2011 роках, відповідно. Кількість ТК була меншою за середнє сортове значення, відповідно, на 48,5 % та більшою на 53,0 % (табл. 7). Максимальна масова частка ТК у групі сортів пізнього строку досягання зафіксована у плодах урожаю 2016 року сорту Удівительна (табл. 8). Мінімальні значення показника зафіксовано у плодах сорту Анонс 2017 року. При цьому, перевищення та зниження по відношенню до середнього сортового значення становило 97,0 та 51,5 %, відповідно. Серед сортів групи середнього терміну досягання максимальний середній вміст

ТК зафіксовано у плодах сортів Ділема та Червнева Рання, а групи пізнього – плодах сорту Колхозниця та Крупноплідна.

Отримані результати свідчать про істотну варіативність вмісту титрованих кислот за 2008–2019 рр. досліджень у групі сортів раннього терміну досягання. Аналіз значень коефіцієнтів варіації визначив, що найбільший вплив погодних чинників на вміст титрованих кислот виявлено для сортів Світ Ерліз та Казка ($V_p=21,6$ % та 21,4, відповідно). Мінімальний коефіцієнт варіації зафіксовано у сорту Валерій Чкалов на рівні 19,7 %. В цілому, варіативність групи сортів раннього терміну досягання під впливом абіотичних чинників за вмістом ТК була високою.

Таблиця 6. Вміст титрованих кислот (ТК) та цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) у плодах черешні сортів середнього терміну досягання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, $n=5$

| Помологічний сорт | Середній вміст ТК, % | Вміст ТК, % | | Варіація за роками, V_p , % | ЦКІ, в.о. |
|-------------------------|----------------------|-------------|------------|-------------------------------|-----------|
| | | <i>min</i> | <i>max</i> | | |
| Винка | 0,67±0,13 | 0,50 | 0,89 | 19,7 | 18,3 |
| Первисток | 0,64±0,13 | 0,47 | 0,80 | 20,1 | 19,4 |
| Темп | 0,57±0,12 | 0,40 | 0,67 | 21,3 | 23,9 |
| Улюблениця Туровцева | 0,70±0,15 | 0,44 | 0,90 | 22,0 | 15,5 |
| Талісман | 0,70±0,13 | 0,47 | 0,87 | 19,7 | 20,8 |
| Ділема | 0,72±0,14 | 0,50 | 0,91 | 20,0 | 17,9 |
| Мелітопольська чорна | 0,63±0,13 | 0,41 | 0,81 | 20,6 | 17,7 |
| Кордія | 0,63±0,14 | 0,39 | 0,85 | 22,5 | 20,9 |
| Октавія | 0,66±0,13 | 0,41 | 0,79 | 19,7 | 20,9 |
| Оріон | 0,61±0,13 | 0,35 | 0,82 | 22,6 | 22,0 |
| Червнева рання | 0,71±0,20 | 0,34 | 1,01 | 29,3 | 15,5 |
| Дачниця | 0,69±0,14 | 0,39 | 0,80 | 20,3 | 22,6 |
| Простір | 0,66±0,13 | 0,43 | 0,80 | 19,74 | 19,2 |
| Середнє значення | 0,66±0,14 | 0,34 | 1,00 | 20,7 | 19,5 |
| НІР₀₅ | 0,038 | – | – | – | |

Таблиця 7. Вміст титрованих кислот (ТК) та цукрово-кислотний індекс (ЦКІ) у плодах черешні сортів пізнього терміну досягання, % (2008–2019 рр.), $\bar{x} \pm s\bar{x}$, $n=5$

| Помологічний сорт | Середній вміст ТК, % | Вміст ТК, % | | Варіація за роками, V_p , % | ЦКІ, в.о. |
|-------------------------|----------------------|-------------|------------|-------------------------------|-----------|
| | | <i>min</i> | <i>max</i> | | |
| Крупноплідна | 0,72±0,139 | 0,41 | 0,86 | 19,2 | 19,9 |
| Каріна | 0,65±0,116 | 0,39 | 0,79 | 17,7 | 18,9 |
| Регіна | 0,67±0,134 | 0,34 | 0,81 | 20,1 | 17,3 |
| Міраж | 0,68±0,132 | 0,40 | 0,86 | 19,3 | 20,1 |
| Удівительна | 1,00±0,201 | 0,56 | 1,30 | 20,0 | 13,0 |
| Зодіак | 0,65±0,129 | 0,43 | 0,84 | 19,8 | 20,2 |
| Сюрприз | 0,62±0,117 | 0,35 | 0,76 | 18,7 | 21,3 |
| Колхозниця | 0,74±0,149 | 0,46 | 1,01 | 20,0 | 16,9 |
| Космічна | 0,63±0,123 | 0,42 | 0,81 | 19,4 | 21,2 |
| Празднічна | 0,59±0,114 | 0,37 | 0,71 | 19,2 | 21,6 |
| Анонс | 0,66±0,138 | 0,32 | 0,81 | 20,7 | 18,5 |
| Темпоріон | 0,63±0,092 | 0,43 | 0,74 | 14,5 | 20,4 |
| Меотида | 0,70±0,149 | 0,39 | 0,92 | 21,2 | 20,1 |
| Середнє значення | 0,69±0,163 | 0,32 | 1,29 | 23,6 | 19,0 |
| НІР₀₅ | 0,025 | – | – | – | |

Варіативність вмісту титрованих кислот за роками досліджень у плодах черешні групах сортів середнього та пізнього терміну досягання була високою з максимальним значенням показників коефіцієнтів варіації 29,3 та 21,2 %, відповідно. В розрізі сортів середнього терміну досягання мінімальні коефіцієнти варіації характерні для плодів сортів Винка, Талісман, Октавія, Простір ($V_p = 19,7\%$). У групі сортів пізнього терміну досягання за вмістом ТК найбільш стабільним був сорт Каріна ($V_p = 17,7\%$).

На формування фонду титрованих кислот у плодах сортів всіх трьох груп домінуючий вплив мали метеорологічні умови років досліджень (фактор А) з часткою впливу 70,3 % для групи раннього терміну досягання, 44,5 % – для групи середнього терміну досягання і 45,8 % – для групи пізнього терміну досягання (табл. 8). Для групи сортів середнього та пізнього термінів досягання істотним був і вплив фактору сортових особливостей (фактор В) з часткою впливу 25,1 і 35,9 %, відповідно. Для плодів сортів групи раннього терміну досягання вплив цього фактору був низьким, з часткою 8,3 %.

Таблиця 8. Результати двофакторного дисперсійного аналізу (ТК)

| Джерело варіації | Сума квадратів | Ступінь свободи | Дисперсія | $F_{\text{факт}}$ | $F_{\text{таб.095}}$ | Вплив, % |
|--|----------------|-----------------|-----------|-------------------|----------------------|----------|
| Група сортів черешні раннього терміну досягання | | | | | | |
| Фактор А (рік) | 2,020 | 11 | 0,184 | 594,0 | 1,8 | 70,3 |
| Фактор В (сорт) | 1,070 | 6 | 0,178 | 576,8 | 2,2 | 8,3 |
| Взаємодія АВ | 0,253 | 66 | 0,004 | 12,4 | 1,4 | 19,5 |
| Група сортів черешні середнього терміну досягання | | | | | | |
| Фактор А (рік) | 6,955 | 11 | 0,632 | 1159,9 | 1,8 | 44,5 |
| Фактор В (сорт) | 0,823 | 12 | 0,069 | 125,8 | 1,8 | 25,1 |
| Взаємодія АВ | 1,934 | 132 | 0,015 | 26,9 | 1,3 | 27,9 |
| Група сортів черешні пізнього терміну досягання | | | | | | |
| Фактор А (рік) | 5,738 | 11 | 0,522 | 2129,7 | 1,8 | 45,8 |
| Фактор В (сорт) | 4,504 | 12 | 0,375 | 1532,3 | 1,8 | 35,9 |
| Взаємодія АВ | 2,166 | 132 | 0,016 | 66,9 | 1,3 | 17,3 |

Згідно з даними таблиць 5–7 діапазон середніх значень цукрово-кислотного індексу (ЦКІ) у плодах черешні досліджуваних груп складає 13,0–25,4 в.о. Під час оцінювання смакових якостей плодів за показником ЦКІ визначено, що найбільш гармонійним смаком відрізнялися плоди з ЦКІ в діапазоні в.о. 15–30 (Engin, 2009; Serdyuk & Priss, 2020). Отже, з оптимальними параметрами ЦКІ визначено 31 сорт черешні всіх термінів досягання з діапазоном показника в інтервалі 16,9–28,5 в.о. Винятком були сорти Удівительна (ЦКІ – 13,0 в.о.) та Рубінова рання (ЦКІ – 32,5 в.о.). Існує думка, що за значення ЦКІ вище 30 в.о. – смак плодів буде надмірно солодким, нижче 15 в.о. – занадто кислим (Serdyuk & Stepanenko, 2015).

Висновки

1. За вмістом цукрів та варіативністю їх формування в умовах Південної степової підзони України найбільш перспективними, з технологічної точки зору, були сорти Забута – 12,47 % (раннього терміну досягання), Дачниця – 15,60 % (середнього терміну досягання), та сорт Крупноплідна – 14,35 % (пізнього терміну досягання). Зазначені сорти відрізнялися високим вмістом цукрів та їх низькою та середньою варіативністю за роками досліджень ($V_p=8,6-13,0$ %).

2. Максимальні показники вмісту титрованих кислот відмічено у сортів Валерій Чкалов, Ділема, Удівительна (0,53, 0,72 та 1,00 %, відповідно) при $V_p=19,7-20,0$ %.

3. Оптимальні параметри цукрово-кислотного індексу визначено у плодах 31 сорто-зразків черешні всіх термінів досягання з діапазоном показника в інтервалі 16,9–28,5 в.о.

4. Встановлено, що для всіх груп сортів, незалежно від терміну досягання, домінуючий вплив на формування фонду цукрів та титрованих кислот мали погодні умови років досліджень (фактор А) з часткою впливу для сортів групи раннього терміну досягання – 74,5 %, 70,3 %; групи середнього терміну досягання – 61,9 %, 44,5 % і групи пізнього терміну досягання – 69,4 %, 45,8 % відповідно. Вплив сортових особливостей (фактор В) був менш вагомим для аналізованих показників 3-х строків досягання і має діапазон значень 3,1–35,9 %.

References

- Balk, P. A., Hoeberichts, F. A., Verhoef, N., Schumacher-Strijker, A. M. & Aanhane, T. G. M. (2018). Monitoring dormancy release in fruit trees and ornamentals by RNA sequencing and its implications for horticulture. *Acta Horticulturae*, 1229, 35–42. doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1229.6.
- Basanta, M. F., Ponce, Nora M. A., Salum, M. L., Rafo, M. D., Vicente, A. R., Erra-Balsolls, R. & Stort, C. A. (2014). Compositional changes in cell wall polysaccharides from five sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars during on-tree ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (51), 12410–12427. doi: 10.1021/jf504357u.
- Bondarenko, P. (2017). Osnovni pryntsyppy zakladannia nasadzhen chereshni v Ukraini [Basic principles of planting intensive cherry plantations in Ukraine]. *Problemy ta perspektyvy staloho rozvytku APK : materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii za rezultatsy doslidzhen 2016 roku (4–12 kvitnia 2017) (7–8)*. Melitopol : TDATU [in Ukrainian].
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J. B., Vuong, Q., Papoutsis, K. & Stathopoulos, C. E. (2016). Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends in Food Science and Technology*, 55, 72–83. doi: 10.1016/j.tifs.2016.07.002.
- Dospikhov, V. A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]: 5-e izd., dop. i pererab. Moskva : Agropromizdat [in Russian].
- Engin, H., Sen, F., Pamuk, G. & Gokbayrak, Z. (2009). Investigation of physiological disorders and fruit quality of sweet sherry. *European Journal of Horticultural Science*, 74 (3), 118–123.
- Ivanova, I. Ye., Serdiuk, M. Ye., Herasko, T. V., Bilous, E. S. & Kryvonos, I. A. (2019). Urozhainist chereshni zalezno vid klimatychnykh umov rokiv vyroshchuvannia [The productivity of merry is depending on the climatic terms of years of growing]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia*, 3, 61–70 [in Ukrainian]. doi: 10.31521/2313-092X/2019-3(103)-8.
- Konopacki, P., Konopacka, D. & Wawrzyczak, P. (2003). Dynamics of changes of some cherry fruit properties and quality attributes during the growing season. *Acta Horticulturae*, 604, 145–152. doi : 10.17660/ActaHortic.2003.604.13.

- Kucuker, E. & Ozturk, B. (2015). The effects of aminoethoxyvinylglycine and methyl jasmonate on bioactive compounds and fruit quality of 'north wonder' sweet cherry. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 12 (2), 114–119. doi: 10.4314/ajtcam.v12i2.17.
- Radunic, M., Spika, M. Jukic, Strikic, F., Ugarkovic, J. & Cmelik, Z. (2014). Pomological and chemical characteristics of sweet cherry cultivars grown in Dalmatia, Croatia. *Acta Horticulturae*, 1020, 385–388. doi: 10.17660/ActaHortic.2014.1020.54.
- Sen, F., Oksar, R. E., Golkarian, M. & Yaldiz, S. (2012). Quality changes of different sweet cherry cultivars at various stages of the supply chain. *Natural Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 42 (2), 501–506. doi: 10.15835/nbha.42.2.9596.
- Serdiuk, M. Ye., Ivanova, I. Ye., Malkina, V. M., Kryvonos, I. A., Tymoshchuk, T. M. & Ievstafiieva, K. S. (2020). Formuvannia sukhykh rozchynnykh rehovyn u plodakh chereshni pid vplyvom abiotychnykh faktoriv [The formation of dry soluble substances in sweet cherry fruits under the influence of abiotic factors]. *Naukovi horyzonty. Scientific horizons*, 88 (3), 127–135 [in Ukrainian]. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135.
- Serdyuk, M. & Stepanenko, D. (2015). Formation of the taste of plum fruits under the influence of abiotic factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10), 55–60. doi: 10.15587/1729-4061.2015.46579).
- Skaletskaya, L. F. & Zavadskaya, O. V. (2013). Prigodnost raznykh sortov yabloni k sushke [Suitability of different apple trees varieties for drying]. *Sovremennoye sadovodstvo*, 2, 1-7 [in Russian]. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/prigodnost-raznyh-sortov-yabloni-k-sushke/viewer>.
- Spornberger, A., Hajagos, A., Modl, P. & Vegvari, G. (2015). Impact of Rootstocks on Growth, Yield and fruit Quality of sweet Cherries (*Prunus avium* L.) cv. 'Regina' and 'Kordia' in a replanted cherry orchard in Eastern Austria. *Erwerbs-Obstbau*, 57 (2), 63–69.
- Teriba, N., Tijero, V. & Munné-Bosch, S. (2016). Linking hormonal profiles with variations in sugar and anthocyanin contents during the natural development a ripening of sweet cherries. *New Biotechnology*, 33 (6), 824–833. doi: 10.1016/j.nbt.2016.07.015.
- Zeman, S., Jemric, T., Cmelik, Z., Fruk, G., Bujan, M. & Tompic, T. (2013). The effect of climatic conditions on sweet cherry fruit treated with plant growth regulators. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 11 (2), 524–528.
- Wang, Y. & Einhom, T. C. (2017). Harvest maturity and crop load influence pitting susceptibility and post (*Prunus avium* L) nfluence pitting suscepibility and postharvest quality deterioration of sweet cherry. *Acta Horticulturae*, 1161, 613–619. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1161.98.
- Wenden, B. & Mariadassou, M. (2017). Sweet cherry phenology in the context of climate change: A systems biology approach. *Acta Horticulturae*, 1162, 31–37. doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1162.6.
- Yevlash, V. V., Priss, O. P., Serdiuk, M. Ye., Pavlotska, L. F., Skurikhina, L. A., Dudenko, N. V. & Sukharenko, O. I. (2019). Biokhimiia plodiv ta ovochiv [Biochemistry of fruits and vegetables]. Melitopol : Liuks [in Ukraine].
- Serdiuk, M. E., Priss, O. P., Haprindashvili, N. A. & Ivanova, I. Ye. (2020). Metody doslidzhennia plodoovochevoi ta yahidnoi produktsii [Research methods of fruit, vegetable and berry products]. (Ch. 1). Melitopol : Liuks [in Ukraine].