

УДК 664.8.047

DOI: 10.25140/2411-5363-2019-3(17)-258-266

Світлана Миколенко, Юрій Куянов, Павло Баранік

ВПЛИВ ІНФРАЧЕРВОНОГО СУШІННЯ НА ЯКІСТЬ СВІЖОЇ І ЗАМОРОЖЕНОЇ ЧЕРЕШНІ

Актуальність теми дослідження. Дослідження процесу сушіння черешні, рослинної продукції з високим антиоксидантним статусом і швидкою втратою споживчих властивостей, є актуальним для зниження втрат продовольчої сировини та отримання функціональних харчових продуктів.

Постановка проблеми. Обмежений строк зберігання черешні та короткий сезон збирання врожаю за умови підвищення обсягів виробництва у світі створюють потребу в обґрунтуванні ефективних технологій переробки черешні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Було проаналізовано закордонні й вітчизняні наукові праці, які свідчать про ускладнення переробки черешень порівняно з вишнями через високий вміст пектину, переважне консервування свіжих плодів заморожуванням, що негативно позначається на органолептичних властивостях черешень, та підвищення антиоксидантної активності плодів внаслідок зневоднення.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Відсутні ефективні технології сушіння черешні, зокрема, шляхом інфрачервоної обробки з урахуванням сортових особливостей плодів *Prunus avium L.* та умов попереднього зберігання сировини.

Постановка завдання. Визначення впливу інфрачервоної обробки на кінетику сушіння, фізико-хімічні, органолептичні показники якості черешні різних сортів та умов попереднього зберігання, зокрема, заморожування.

Виклад основного матеріалу. Плоди червоної і жовтої черешні відрізняються здатністю поглинання підведеної енергії, що впливає на швидкість перебігу процесу вологоперенесення. Залежно від сортових особливостей плодів *Prunus avium L.* доцільно змінювати тривалість сушіння: для отримання більш якісної продукції з черешень сортів жовтого кольору потрібно збільшувати тривалість термічної дії і застосовувати нижчі температури сушіння. Попереднє заморожування черешні позитивно позначається на органолептичних показниках сушеного продукту. Висушування черешень інфрачервоним випромінюванням раціональне до вологості 10–18 %, що дозволяє отримати продукт найвищої якості.

Висновки відповідно до статті. Інфрачервона обробка черешні дозволяє отримати сушений продукт із прийнятними споживчими властивостями, зокрема, із сировини зниженої якості, сприяючи скороченню втрат сировини протягом продовольчого ланцюга.

Ключові слова: черешні; заморожування; інфрачервоне сушіння; криві сушіння; показники якості.

Рис.: 3. Табл.: 2. Бібл.: 18.

Актуальність теми дослідження. Плоди черешні (*Prunus avium L.*) належать до харчової продукції з високим антиоксидантним статусом, яка багата на феноли, антоціани, а також на мінеральні речовини, вітаміни. Черешні здатні проявляти функціональні властивості за рахунок антиоксидантної, антиканцерогенної, протизапальної дії на організм людини [1; 2]. За даними Всесвітньої продовольчої і сільськогосподарської організації FAO у 2017 р. світовий обсяг виробництва черешні сягнув 2,4 млн т на рік [3]. Втрати плодоовочевої сировини становлять 45 %, що суттєво підриває основи продовольчої безпеки за умов постійно зростаючого населення планети [4]. В Україні втрати харчової сировини внаслідок недосконалості реалізації технологічних процесів вздовж продовольчого ланцюга, на жаль, перевищують загальносвітові. Це робить актуальним удосконалення технологій збереження харчової сировини, зокрема, консервування шляхом зневоднення.

Постановка проблеми. Черешні мають обмежений термін зберігання: в охолодженому стані черешні зберігаються лише 7–14 днів. При цьому сезон збирання врожаю *Prunus avium L.* триває лише три тижні [5]. В умовах глобального потепління і підвищення середньодобових температур прискорюється процес дозрівання плодів черешні. Тому в багатьох випадках черешні реалізують за низьку ціну, щоб запобігти втратам унаслідок незадовільних споживчих якостей. Плоди *Prunus avium L.* швидко стають нестійкими до впливу збудників різноманітних хвороб та шкідників. Своєю чергою, застосування додаткових хімічних засобів захисту черешні призводить до небажаних наслідків, пов'язаних зі зниженням рівня безпечності харчової сировини для людини та провокуванням імуносупресії.

В Україні виробництво черешні за період з 2013 по 2017 рр. коливалось від 67,33 до 70,86 тис. т [3]. За останні роки відбувається підвищення обсягів виробництва черешні, що пов'язано зі збільшенням попиту та зростанням світових цін. Однак проблемою зали-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

шається збереження споживчих якостей черешні під час зберігання і розробка альтернативних технологій, які б запобігали втратам продукції вздовж продовольчого ланцюга [6].

Плоди кісточкових культур досить швидко втрачають свої товарні якості під час зберігання. Застосування різних методів консервування по різному впливає на зміну кількості антоціанів та загальної антиоксидантної активності черешні, що відрізняється для свіжої, замороженої і сушеної плодової сировини [7]. При цьому як свіжа, так і сушена черешня може використовуватись як джерело природних барвників, антиоксидантів та нутрієнтів завдяки наявності фенолів, антоціанів та високій антиоксидантній здатності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що 60 % плодів *Prunus avium L.* постачається в торговельні мережі у свіжому вигляді та за умови охолодження черешні зберігають свої споживчі властивості до двох тижнів. Доведено, що пакування черешні в модифікованому газовому середовищі дозволяє пролонгувати збереження якості плодів до 40–50 днів [5]. При цьому за рахунок високої активності води черешні нестійкі до мікробіологічного псування [8; 9]. Тому, враховуючи значні обсяги вирощування черешні в Україні і світі, зазначена тривалість є недостатньою і призводить до суттєвих втрат плодовоовочевої сировини.

Обсяги переробки черешні порівняно із вишнями набагато нижчі, що пов'язано з особливостями її хімічного складу [10]. У клітинних стінках черешні міститься значно більше пектинів, які перешкоджають ефективній переробці продукту на сік, а вміст ароматичних сполук менший. Відсутність ефективних технологій переробки черешні призводить до більших втрат таких плодів у порівнянні з вишнями.

Заморожування і сушіння відносять до найбільш застосовуваних методів консервування плодовоовочевої сировини. Встановлено, що сушіння і заморожування плодовоовочевої сировини посилює вивільнення антоціанів, тісно пов'язаних із мембранами, у результаті чого після обробки їх вміст зростає [5]. Під час заморожування відбувається фазове перетворення плодів із рідкого стану в кристалічний, що перешкоджає перебігу мікробіологічних, біохімічних, фізіологічних процесів у сировині [11]. Рекомендована температура зберігання черешні в замороженому стані становить $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Проте внаслідок заморожування відбувається значна втрата вологи й аромату, потемніння черешні, що суттєво знижує її споживчі властивості. Лише швидке заморожування і зберігання за температури $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ дозволяє запобігти таким процесам [12]. Однак такі технологічні заходи потребують значних енерговитрат із застосуванням складної холодильної техніки й додаткових виробничих площ.

Сушіння черешні може здійснюватися радіаційним, конвективним, інфрачервоним способами, які характеризуються різними режимами тепловіддачі, теплової конвекції і випромінювання [13]. Застосування інфрачервоного (ІЧ) випромінювання для сушіння харчової сировини має певні переваги, до яких відносяться зменшення тривалості процесу, висока енергоефективність, рівномірність нагрівання продукту і підвищення його якості [14–16]. Встановлено, що сушіння черешні при $70\text{--}80\text{ }^{\circ}\text{C}$ призводить до підвищення її антиоксидантної активності. У роботі [7] показано, що інфрачервоне сушіння призводить до значного підвищення загальної кількості антоціанів у продукті, а тривалість обробки продукту порівняно із конвективним сушінням скорочується вдвічі – з 8 годин до 4 годин. Тому інфрачервоне сушіння є досить перспективним методом обробки черешні. Його ефективність буде суттєво залежати як від вихідних характеристик сировини (сортових особливостей, умов попереднього зберігання перед обробкою, які змінюють фізико-хімічні властивості сировини), так і від застосовуваних режимів обробки.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Нині відсутні розробки ефективних технологій сушіння черешні, зокрема, шляхом інфрачервоної обробки з урахуванням сортових особливостей плодів *Prunus avium L.* та умов попереднього зберігання сировини. Сушена черешня є гарною альтернативою полікомпонентній снековій продукції з

додаванням комплексу штучних поліпшувачів смаку й аромату. Тому дослідження впливу інфрачервоної обробки на споживчі якості черешні надасть можливість отримувати натуральну функціональну снекову продукцію з високим антиоксидантним статусом.

Постановка завдання. Аналіз літературних джерел вказує на відсутність досліджень інфрачервоного сушіння черешні з урахуванням фактору сортових особливостей плодів та попередніх умов їх зберігання, здатних призводити до зниження споживчих характеристик продукту. Тому в цій роботі поставлене завдання визначення впливу інфрачервоної обробки на кінетику сушіння, фізико-хімічні, органолептичні показники якості черешні різних сортів та умов попереднього зберігання, зокрема, заморожування.

Виклад основного матеріалу.

Для проведення досліджень як сировину використовували черешні червоні сорту Валерій Чкалов і черешні жовті сорту Дрогана жовта, що зберігалась після збирання протягом 2–3 діб при температурі $(+3\pm 1)$ °С. Характеристики досліджуваної черешні наведено у табл. 1. Також у роботі було використано черешні червоні попередньо заморожені при температурі (-17 ± 1) °С, яка зберігалась за таких умов протягом 20–24 доби. Ця сировина, на відміну від свіжої, характеризувалась погіршенням аромату, притаманного черешні, зміною кольору та появою побуріння плодів. Перед сушінням черешні червоні заморожені попередньо розморожували при 24–26 °С протягом 30 хв. Споживчі характеристики сировини до обробки були суттєво знижені порівняно зі свіжими зразками і такий продукт був непридатним до подальшого використання в нативному вигляді. Перед сушінням у плодах видаляли кісточки і промивали водою.

Таблиця 1

Характеристика плодів черешні

| Показники | Черешня | |
|----------------------------------|----------|----------|
| | червона | жовта |
| Середній діаметр, мм | 32,9±4,1 | 33,7±4,0 |
| Вага плоду, г | 1,77±0,2 | 1,87±0,2 |
| Вміст вологи, % | 79,2 | 68,9 |
| Вміст сухих розчинних речовин, % | 16,44 | 21,26 |
| Густина, г/см ³ | 1,04 | 1,02 |
| pH | 3,55 | 3,45 |
| ОВП, mV | 300 | 389 |

Сушіння черешні проводилось у лабораторній ІЧ-установці з кварцевими випромінювачами у стаціонарному шарі з регуляцією інтенсивності сушіння шляхом зміни потужності ІЧ-випромінювачів. Відстань від кварцевих ІЧ-випромінювачів до шару продукту становила 19 мм. Черешні висушувалась у шарі, товщина якого була рівною радіусу черешні (16–17 мм). Вага зразку черешні, який висушували у стаціонарному шарі, становила 200 г. Температуру під час сушіння фіксували за допомогою термопари. Загальна тривалість ІЧ-сушіння черешні для всіх дослідних зразків була рівною 220 хв. Перед завантаженням продукту проводилось попереднє розігрівання шафи протягом 1,5 хв. Досліди проводили у трьох повтореннях. У першій серії дослідів як сировину використовували черешні червоні свіжі, у другій серії – черешні червоні заморожені, у третій серії – черешні жовті свіжі.

Вологість продукту визначали термогравіметричним експрес-методом на приладі «Кварц», вміст сухих розчинних речовин – рефрактометричним методом, активну кислотність, окислювально-відновний потенціал – потенціометричним методом на приладі EZODO MP-103, ступінь усадки – за методикою, наведеною у роботі [16], органолептичні показники оцінювали баловим методом із врахуванням коефіцієнтів вагомості критеріїв якості продукту.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Інфрачервону обробку проводили в 5 етапів, що відрізнялися потужністю ІЧ-випромінювачів, температурою шару продукту під час обробки і тривалістю сушіння (табл. 2). Потужність випромінювачів поступово знижували з 300 до 100 Вт враховуючи, що зі зменшенням вологовмісту раціональною є зміна температурного режиму. Температурного максимуму (77–82 °С) шар продукту досягав на 2–4 етапі сушіння. Найбільш тривалими були заключні етапи сушіння, що зайняло 150 хв.

Таблиця 2

Параметри сушіння черешні ІЧ-випромінюванням

| Етап | | Дослід | | |
|------|-----------------|--------|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | потужність, Вт | 300 | 300 | 300 |
| | температура, °С | 75 | 74 | 75 |
| | тривалість, хв | 30 | 30 | 30 |
| 2 | потужність, Вт | 250 | 250 | 250 |
| | температура, °С | 82 | 78 | 82 |
| | тривалість, хв | 40 | 40 | 40 |
| 3 | потужність, Вт | 200 | 200 | 200 |
| | температура, °С | 82 | 80 | 82 |
| | тривалість, хв | 20 | 20 | 20 |
| 4 | потужність, Вт | 150 | 150 | 150 |
| | температура, °С | 77 | 82 | 82 |
| | тривалість, хв | 60 | 60 | 60 |
| 5 | потужність, Вт | 100 | 100 | 100 |
| | температура, °С | 77 | 78 | 78 |
| | тривалість, хв | 90 | 90 | 90 |

Загальна характеристика кривих ІЧ-сушіння схожа за своїм проявом і відрізняється лише зміною вмісту води в кінцевій фазі процесу (рис. 1). Нехарактерні властивості проявляються у частині кривих, де вміст води становить менше 30 %. Видалення води за вказаних значень очевидно пов'язано зі зміною хімічного складу, зокрема, рН середовища, наявністю пектинових речовин та здатністю проникнення води крізь поверхневий шар плодів. Криві сушіння зразків черешні червоної свіжої і замороженої (1, 2, рис. 1) показують, що для останньої відбувається стабілізація процесу, притаманна вирівнюванню процесу перетворення протопектинів у пектини розчинної форми. Таким чином, здатність утримувати вільну воду змінюється, що прискорює швидкість вологовіддачі продукту. У порівнянні із замороженими плодами червоної черешні, свіжий продукт має сповільнену втрату води. Зразки червоної і жовтої черешні відрізняються здатністю до поглинання підведеної енергії, що впливає на швидкість перебігу процесу вологоперенесення. Протягом перших 2 годин ІЧ-обробки для кривих 1 і 3 спостерігається однакова за значенням швидкість сушіння та значне зниження втрати води в інтервалі 2–4 години для зразків жовтої черешні. Таким чином, залежно від сортових особливостей плодів *Prunus avium L.* доцільно змінювати тривалість сушіння. Для отримання більш якісної продукції із черешень сортів жовтого кольору потрібно збільшувати тривалість термічної дії і застосовувати нижчі температури сушіння.

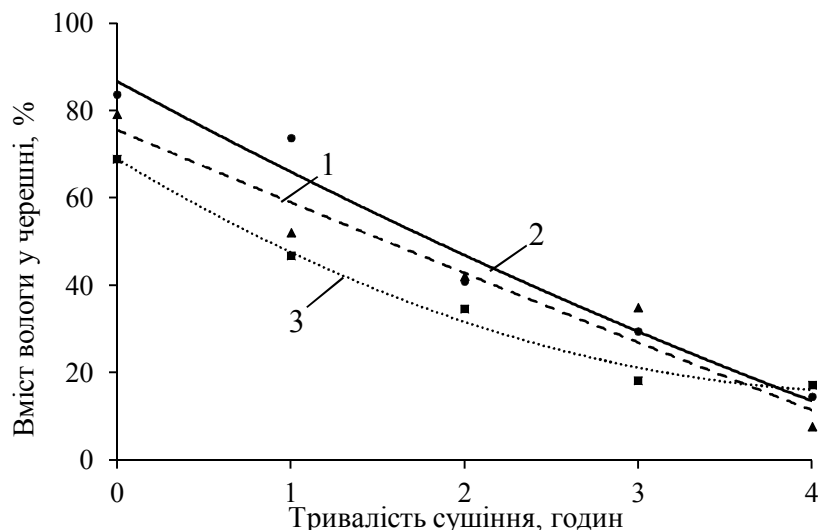


Рис. 1. Криві сушіння черешні:

1 – червона свіжа; 2 – червона заморожена; 3 – жовта свіжа

Вологість кінцевого продукту є визначальним критерієм якості. Вміст вологи у висушених шляхом ІЧ-обробки плодах черешні становив: 7,6; 14,5; 17,2% для червоної свіжої, червоної замороженої і жовтої черешні відповідно. Це безпосередньо впливає на усадку кінцевого продукту (рис. 2). Враховуючи органолептичні показники сушених плодів черешні (рис. 3), треба відзначити, що найвища якість отримана для зразків червоної замороженої і жовтої свіжої черешні, які відповідають значенням усадки продукту внаслідок ІЧ-обробки. Так, усадка для червоної замороженої і жовтої свіжої черешні вища у два рази, ніж для червоних свіжих плодів. На показник рН плодів черешні висушування плодів вплинуло в бік зменшення: для черешні червоної рН становило 3,43, а для жовтої – 3,39; попереднє заморожування продукту не позначалось на зміні вказаного показника.

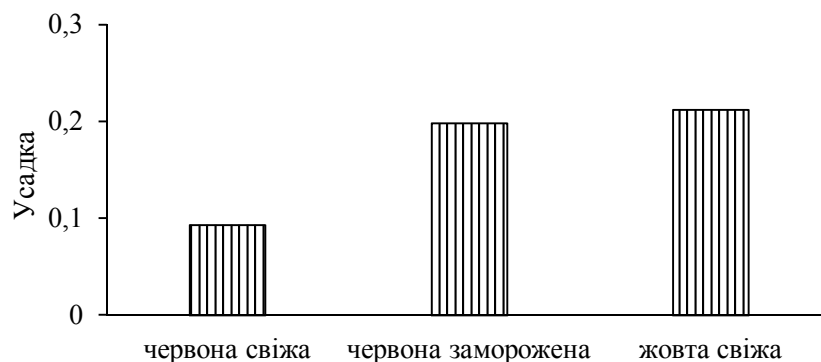


Рис. 2. Усадка сушеної черешні, отриманої шляхом ІЧ-обробки



Рис. 3. Органолептичні профілі сушеної черешні:

1 – червона свіжа; 2 – червона заморожена; 3 – жовта свіжа

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Як видно з наведених профілів якості, найвищі органолептичні властивості має сушена червона черешня, попередньо заморожена: загальна органолептична оцінка продукту вища на 12 % порівняно з іншими дослідними зразками. Погіршення зовнішнього вигляду і розжовуваності черешні червоної свіжої порівняно з іншими зразками пов'язано зі зниженою вологістю продукту, що становить 7,6 % проти 14,5 та 17,2 % для червоної замороженої і жовтої свіжої відповідно. Аромат сушеної червоної черешні є більш вираженим у порівнянні з жовтою, що, очевидно, пов'язано з підвищеним вмістом летких ароматичних сполук, які складаються із суміші таких летких сполук, як спирти, карбоніли, органічні кислоти, складні ефіри, терпени і норізопреноїди [17; 18]. За смаковими характеристиками і розжовуваністю зразки сушеної черешні, отриманої із червоної замороженої і жовтої свіжої, відрізняються високими споживчими якостями. Враховуючи органолептичні профілі сушеної черешні недоцільним є її висушування до вологості нижче 10–12 %.

Висновки відповідно до статті. Плоди черешень відносяться до харчової продукції функціонального призначення завдяки антиоксидантній, антиканцерогенній, протизапальній дії на організм людини, але відрізняються коротким терміном збирання врожаю і швидкою втратою споживчих характеристик за умови значного вмісту пектину, який перешкоджає переробці черешень на сік та іншу харчову продукцію. Відсутність ефективних технологій переробки черешень викликає значні обсяги втрат такої плодової сировини в Україні та світі. Популярне для інших плодових культур заморожування у черешень призводить до погіршення аромату, побуріння, зміни консистенції плодів, внаслідок чого вони стають непридатними до споживання у нативному вигляді. Сушіння черешень дозволяє отримати снековий продукт, знижуючи його втрати вздовж продовольчого ланцюга.

За кривими сушіння інфрачервоним випромінюванням у рваному режимі встановлено, що попереднє заморожування черешні впливає на стабілізацію процесу вологовидалення, що, очевидно, пов'язано із перетворенням протопектинів у пектини розчинної форми, що прискорює процес вологовидалення. Плоди червоної і жовтої черешні відрізняються здатністю до поглинання підведеної енергії, що впливає на швидкість перебігу процесу вологоперенесення. Залежно від сортових особливостей плодів *Prunus avium* L. доцільно змінювати тривалість сушіння: для отримання більш якісної продукції з черешень сортів жовтого кольору потрібно збільшувати тривалість термічної дії і застосовувати нижчі температури сушіння.

Висушена шляхом ІЧ-обробки черешня відрізняється за вмістом вологи, що варіювалася від 7,6 до 17,2 %, а усадка червоної замороженої і жовтої свіжої черешні вдвічі перевищувала усадку червоної свіжої черешні. Внаслідок зневоднення сушена черешня відрізнялась від свіжої зниженням активної кислотності на 2–3 % залежно від сорту плодів *Prunus avium* L. Попереднє заморожування черешні позитивно позначається на органолептичних показниках сушеного продукту: загальна органолептична оцінка зростає на 12 % порівняно зі свіжим продуктом. Сортіві особливості черешні найбільше впливають на аромат сушеного продукту, що зумовлено хімічним складом жовтих і червоних черешень, для останніх з яких характерний підвищений вміст ароматичних сполук. Висушування черешень інфрачервоним випромінюванням раціональне до вологості не менше 10–18 %, що дозволяє отримати продукт найвищої якості.

Список використаних джерел

1. Nutrients, bioactive compounds and bioactivity: the health benefits of sweet cherries (*Prunus avium* L.) / Gonçalves A. C. et al. *Current Nutrition & Food Science*. 2019. Vol. 15. № 3. P. 208–227. DOI: 10.2174/1573401313666170925154707.
2. Dark sweet cherry phenolics as dietary chemopreventive/therapeutic compounds for aggressive breast cancer cell growth with no toxicity to normal breast cells (FS13-03-19) / Marjorie A. et al. *Current Developments in Nutrition*. 2019. Vol. 3. Iss. Sup. 1. P. 408. DOI: 10.1093/cdn/nzz030.FS13-03-19.

3. FAOSTAT. Production. Crops. Cherries. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
4. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини: монографія / Миколенко С. Ю. та ін. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.
5. Shelf-life and marketing window extension in sweet cherries by the use of modified atmosphere packaging / Kahlke C. J. et al. *New York Fruit Quarterly*. 2009. Vol. 17. № 2. P. 21–24.
6. Reducing food loss and waste / Lipinski B. et al. *World Resources Institute Working Paper*. 2013. P. 1–40.
7. Oancea S., Draghici O., Ketney O. Changes in total anthocyanin content and antioxidant activity in sweet cherries during frozen storage, and air-oven and infrared drying. *Fruits*. 2016. Vol. 71. № 5. P. 281–288. DOI: 10.1051/fruits/2016025.
8. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use / Chockchaisawasdee S. et al. *Trends in food science & technology*. 2016. Vol. 55. P. 72–83. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.07.002.
9. Romano G. S., Cittadini E. D. Sweet cherry quality in the horticultural production chain. *Stewart Postharvest Review*. 2006. Vol. 6. № 2. P. 1–8. DOI: 10.2212/spr.2006.6.2.
10. Sweet cherry (*Prunus avium*): critical factors affecting the composition and shelf life / Wani A. A. et al. *Food packaging and shelf life*. 2014. Vol. 1. № 1. P. 86–99. DOI: 10.1016/j.fpsl.2014.01.005.
11. Василюшина О. В. Особливості кристалоутворення під час заморожування плодів вишні. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*: зб. наук. пр. ХДУХТ. 2013. Вип.1 (17), ч. 2. С. 191–196.
12. Leong S. Y., Oey I. Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 2012. Vol. 133. № 4. P. 1577–1587. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.02.052.
13. Drying characteristics of agricultural products under different drying methods: a review / Lee S. H. et al. *Journal of Biosystems Engineering*. 2016. Vol. 41. № 4. P. 389–395. DOI: 10.5307/JBE.2016.41.4.389.
14. Drying and quality characteristics of fresh and sugar-infused blueberries dried with infrared radiation heating / Shi J. et al. *LWT-Food Science and Technology*. 2008. Vol. 41. № 10. P. 1962–1972. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.01.003.
15. Doymaz I. Infrared drying of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) slices. *Journal of Food Science and Technology*. 2012. Vol. 49. № 6. P. 760–766. DOI: 10.1007/s13197-010-0217-8.
16. Effects of microwave and infrared drying on the quality of carrot and garlic / Baysal T. et al. *European Food Research and Technology*. 2003. Vol. 218. № 1. P. 68–73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0791-3>.
17. Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium* L.) / Correia S. et al. *Frontiers in plant science*. 2017. Vol. 8. P. 2166. DOI:10.3389/fpls.2017.02166.
18. Composition of the cherry (*Prunus avium* L. and *Prunus cerasus* L.; Rosaceae) / Serradilla M. J. et al. *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Academic Press, 2016. P. 127–147. DOI: 10.3389/fpls.2017.02166.

References

1. Gonçalves, A. C. et al. (2019). Nutrients, bioactive compounds and bioactivity: the health benefits of sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Current Nutrition & Food Science*, 15 (3), 208–227. DOI: 10.2174/1573401313666170925154707.
2. Marjorie, A. et al. (2019). Dark sweet cherry phenolics as dietary chemopreventive/therapeutic compounds for aggressive breast cancer cell growth with no toxicity to normal breast cells (FS13-03-19). *Current Developments in Nutrition*, 3 (1), 408. DOI: 10.1093/cdn/nzz030.FS13-03-19.
3. Production. Crops. Cherries. (2019). *FAOSTAT*. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
4. Mykolenko, S. Yu. et al. (2017). *Innovatsiyni metody obrobki prodovolchoyi sirovini: monografiya [Innovative approaches for food processing: monograph]*. Dnipro: Zhurfond [in Ukrainian].
5. Kahlke, C. J. et al. (2009). Shelf-life and marketing window extension in sweet cherries by the use of modified atmosphere packaging. *New York Fruit Quarterly*, 17 (2), 21–24.

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

6. Lipinski, B. et al. (2013). Reducing food loss and waste. *World Resources Institute Working Paper*. 1–40.
7. Oancea, S., Draghici, O., Ketney, O. (2016). Changes in total anthocyanin content and antioxidant activity in sweet cherries during frozen storage, and air-oven and infrared drying. *Fruits*, 71 (5), 281–288. DOI: 10.1051/fruits/2016025.
8. Chockchaisawasdee, S. et al. (2016). Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends in food science & technology*, 55, 72–83. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.07.002.
9. Romano, G. S., Cittadini, E. D. (2006). Sweet cherry quality in the horticultural production chain. *Stewart Postharvest Review*, 6, (2), 1–8. DOI: 10.2212/spr.2006.6.2.
10. Wani, A. A. et al. (2014). Sweet cherry (*Prunus avium*): critical factors affecting the composition and shelf life. *Food packaging and shelf life*, 1 (1), 86–99. DOI: 10.1016/j.fpsl.2014.01.005.
11. Vasylyshyna, O. V. (2013). Osoblyvosti krystaloutvorennya pid chas zamorozhuvannya plodiv vyshni [Features of crystalline formation during freezing of wild cherries]. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli: zb. nauk. pr. KhDUKht – Progressive equipment and technology in food production, restaurant industry and trade: col. of scient. works of KhSUNT*, 1 (17), 191–196 [in Ukrainian].
12. Leong, S. Y., Oey, I. (2012). Effects of processing on anthocyanins, carotenoids and vitamin C in summer fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 133 (4), 1577–1587. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.02.052.
13. Lee, S. H. et al. (2016). Drying characteristics of agricultural products under different drying methods: a review. *Journal of Biosystems Engineering*, 41 (4), 389–395. DOI: 10.5307/JBE.2016.41.4.389.
14. Shi, J. et al. (2008). Drying and quality characteristics of fresh and sugar-infused blueberries dried with infrared radiation heating. *LWT-Food Science and Technology*, 41 (10), 1962–1972. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.01.003.
15. Doymaz, I. (2012). Infrared drying of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) slices. *Journal of Food Science and Technology*, 49 (6), 760–766. DOI: 10.1007/s13197-010-0217-8.
16. Baysal, T., et al. (2003). Effects of microwave and infrared drying on the quality of carrot and garlic. *European Food Research and Technology*, 218 (1), 68–73. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0791-3>.
17. Correia, S., et al. (2017). Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Frontiers in plant science*, 8, 2166. DOI:10.3389/fpls.2017.02166.
18. Serradilla, M. J., et al. (2016). Composition of the cherry (*Prunus avium* L. and *Prunus cerasus* L.; Rosaceae). Monique S.J. Simmonds (Ed.), *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 127–147). Academic Press. DOI: 10.3389/fpls.2017.02166.

UDC 664.8.047

Svitlana Mykolenko, Yuriy Kuianov, Pavlo Baranik

EFFECT OF INFRARED DRYING ON THE QUALITY OF FRESH AND FROZEN SWEET CHERRIES

Urgency of the research. Study of the process of drying sweet cherries, food product with high antioxidant status and quick loss of consumer properties, is actual for reducing food loss and waste, obtaining functional food.

Target setting. The limited shelf-life of sweet cherries and the short harvesting season, with increasing their production in the world, urge to develop effective sweet cherries processing technologies.

Actual scientific researches and issues analysis. Foreign and domestic scientific papers were analyzed, which confirm difficulties for processing sweet cherries in comparison with sour cherries due to their high content of pectin; predominant preservation of the fresh fruits by freezing, which negatively affects on the organoleptic characteristics; increasing of antioxidant activity of the fruits due to dehydration.

Uninvestigated parts of general matters defining. There are no effective sweet cherries drying technologies, in particular, by infrared processing, taking into account the varietal features of *Prunus avium* L. fruits and the conditions of previous storage of raw materials.

The research objective. Study of effect of infrared radiation heating on drying process and quality of sweet cherries of different varieties and pre-storage conditions, in particular, freezing.

The statement of basic materials. *The fruits of red and yellow sweet cherries are distinguished by the absorption capacity to infrared energy that impacts on the velocity of moisture migration. Depending on the varietal features of Prunus avium L. fruits, it is feasible to vary the drying time: yellow varieties of cherries for better quality should be undergoing drying longer at lower temperatures. Pre-freezing of sweet cherries has a positive effect on the organoleptic characteristics of the dried products. Drying sweet cherries by infrared radiation is acceptable to the moisture content of 10-18%, which allows to get a high-quality product.*

Conclusions. *Infrared radiation heating of sweet cherries allows to obtain dried product with good consumer properties, in particular from raw materials of lower quality, helping to reduce food loss and waste along the food chain.*

Keywords: *sweet cherries; freezing; infrared drying; drying curves; quality indicators.*

Fig.: 3. **Tab.:** 2. **References:** 18.

Миколенко Світлана Юрївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49600, Україна).

Mykolenko Svitlana – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Storage and Processing Technologies of Agricultural Products, Dnipro State Agrarian and Economic University (25 Serhiy Efremov Str., 49600 Dnipro, Ukraine).

E-mail: svetlana.mykolenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1959-1141>

ResearcherID: N-6958-2018

Scopus Author ID: 57194689776

Куянов Юрій Юрійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49600, Україна).

Kuianov Yuriy – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Storage and Processing Technologies of Agricultural Products, Dnipro State Agrarian and Economic University (25 Serhiy Efremov Str., 49600 Dnipro, Ukraine).

E-mail: kuianov.yu.yu@dsau.dp.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4699-8131>

Баранік Павло Вікторович – магістрант, Дніпровський державний аграрно-економічний університет (вул. Сергія Єфремова, 25, м. Дніпро, 49600, Україна).

Baranik Pavlo – master student, Dnipro State Agrarian and Economic University (25 Serhiy Efremov Str., 49600 Dnipro, Ukraine).