

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного



Науковий вісник

Таврійського державного агротехнологічного університету



Випуск 11, том 1

Електронне наукове фахове видання

Мелітополь – 2021 р.

УДК [631.3+621.3+004]

Т 13

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2021. – Вип. 11, том 1.

ISSN 2220-8674

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 7 від 30 березня 2021 р.

Представлені результати досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, аспірантів, інженерно-технічного персоналу і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, AGRIS, «Україна наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського.

Редакційна колегія:

Головний редактор

Кюрчев В. М. - чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Заступник головного редактора

Надикто В. Т. - чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний секретар

Діордієв В. Т. - д.т.н., проф. (Україна)

Технічний секретар

Кондратюк Ю.В. (Україна)

BeloeVHristo - д.т.н., проф. (Болгарія)

IvanovsSemjons - PhD (Latvia) JoseltaloCortez - PhD (Mexico)

Нукешев Саяхат - д.т.н., проф. (Казахстан)

Пришепов М.А. - д.т.н., доц. (Білорусь)

Постолатій В. М. - д.т.н. (Молдова)

Шингисов А. У. - д.т.н., проф. (Казахстан)

Волошина А.А. - д.т.н., доц. (Україна)

Гнатушенко В. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Болтянська Н. І. - к.т.н., доц. (Україна)

Єременко О. А. - д.с.-г.н., проф. (Україна)

Євлаш В. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Караєв О. Г. - д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кузнецов М. П. - д.т.н., с.н.с. (Україна)

Леженкін О. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Лисиченко М. Л. - д.т.н., проф. (Україна)

Малкіна В. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Мілько Д. О. - д.т.н., в.о. проф. (Україна)

Назаренко І. П. - д.т.н., проф. (Україна)

Паламарчук І. П. - д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. - д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Погребняк А. В. - д.т.н., доц. (Україна)

Пріс О. П. - д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. С. - д.т.н., доц. (Україна)

Соболь О. М. - д.т.н., проф. (Україна)

Тарасенко В. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Шоман О. В. - д.т.н., проф. (Україна)

Гавриленко С. А. - к.т.н., доц. (Україна)

Кюрчев С. В. - к.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. - к.т.н., доц. (Україна)

Лендел Т. І. - к.т.н., (Україна)

Лясковська С. Є. - к.т.н., доц. (Україна)

Самойчук К. О. - к.т.н., доц. (Україна)

Сидоренко О. С. - к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. - к.т.н., проф. (Україна)

Строкань О. В. - к.т.н., доц. (Україна)

Мацулевич О. С. - к.т.н., доц. (Україна)

Холодняк Ю. В. - к.т.н. (Україна) Яковлев

В. Ф. - к.т.н., проф. (Україна)

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького, 18,

м. Мелітополь, Запорізька обл., 72312 Україна

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2021.



ЗМІСТ

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

<i>Кюрчев В. М., Мовчан С. І., Бережецький О. В., Андріанов О. А., Шелкунов В. І.</i>	1
Виробничі випробування тестового приладу електронної водопідготовки «HydroFLOW» в системі оборотного тепловодопостачання	
<i>Пастушенко С. І., Клендій М. Б., Клендій М. І., Троханяк О. М.</i>	2
Дослідження якісних показників роботи борони з гвинтовими робочими органами	
<i>Парієв А. О., Філоненко Ю. А., Коротченко Т. М., Вожик Ю. Г., Патика М. В.</i>	3
Визначення закономірностей біоконверсії рослинних решток при компостуванні з використанням мікробіологічних препаратів	
<i>Субочев О. І., Січко О. Є., Погорєлов М. Г., Пясецький С. М.</i>	4
Підвищення ефективності функціонування виробничо-технічної бази сервісних підприємств	
<i>Кофанов О. Є., Василькевич О. І., Кофанова О. В., Ткачук К. К., Тверда О. Я., Білоус А. Я.</i>	5
Підвищення стійкості дизпалива стабілізуючими добавками, присадками і поліфункціональними паливними композиціями	
<i>Журавель Д. П., Бондар А. М.</i>	6
Покращення та оцінка якісних показників відпрацьованих автотракторних олів для сільськогосподарської техніки	
<i>Банга В. І.</i>	7
Автоматизована кормова станція для індивідуально нормованої годівлі дійних корів	
<i>Boltianska N., Komar A., Manita I.</i>	8
The influence of technological characteristics of the udder of cows on suitability for machine milking	
<i>Грицаєнко Г. І., Грицаєнко І. М.</i>	9
Системний аналіз інвестицій в енергоефективність національної економіки	



<i>Журавель Д. П., Бондар А. М.</i>	10
Прогнозування ресурсу трибосистем при використанні сумішевих олів	
<i>Мовчан С. І., Чернишова Л. М.</i>	11
Забезпечення екологічної безпеки утилізації осадів стічних вод гальванічного виробництва шляхом отримання вогнетривів	
<i>Грицаєнко Г. І., Грицаєнко М. І.</i>	12
Екологічні інвестиції як пріоритетний напрямок розвитку аграрної сфери економіки	
<i>Комар А. С.</i>	13
Визначення кінематичних параметрів прикочувальних роликів гранулятора з плоскою матрицею	
<i>Скляр О. Г., Скляр Р. В.</i>	14
Формування витрат енергоносіїв на виробництво тваринницької продукції	
<i>Парієв А. О., Дробішев О. О., Коротченко Т. М., Сиротюк С. В., Болтянський Б. В.</i>	15
Експериментальний зразок обладнання для потокового внесення компонентів у кормосуміші	
<i>Стефановський О. Б., Болтянський О. В.</i>	16
Уточнення параметрів регресійної залежності між функціями основних розмірів шестерень масляних насосів транспортних двигунів внутрішнього згоряння	
<i>Грицаєнко М. І.</i>	17
Соціальний капітал в системі аграрного ресурсного потенціалу	
<i>Григоренко С. М., Скляр Р. В.</i>	18
Адаптивні методи утилізації відходів птахівництва	
<i>Болтянська Н. І., Болтянський О. В., Болтянський Б. В.</i>	19
Напрямки підвищення ефективності використання енергоресурсів в тваринництві	
<i>Дашивець Г. І., Паніна В. В., Бондар А. М.</i>	20
Вплив рівня виробничих ресурсів на якість ремонту машин	



- Аулін В. В., Деркач О. Д., Гриньків А. В., Макаренко Д. О.* 21
Визначення робочої температури композитних елементів рухомих з'єднань в зоні тертя
- Бондаренко Л. Ю., Філіпов Д. О., Сушко С. Л., Дмитрієв Ю. О.* 22
Визначення змін геометричних параметрів крони дерев яблуні при використанні системи мікрозрошення
- Бондаренко Л. Ю., Карасв О. Г., Чижиков І. О., Дмитрієв Ю. О.* 23
Визначення розмірно-масових параметрів зрізаних гілок плодкових дерев
- Дереза О. О., Дереза С. В.* 24
Використання сучасних енергозберігаючих матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та реконструкції тваринницьких підприємств
- ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ**
- Новікова Н. В., Дронов О. П.* 25
Визначення фізико-хімічних та органолептичних показників якості нових вафель функціонального призначення
- Дзюндзя О. В.* 26
Перспективи використання виноградного листа в консервній промисловості
- Ряполова І. О., Плохенко Т. В.* 27
Санітарно-гігієнічний контроль м'ясної сировини для виробництва м'ясних кулінарних виробів
- Фіалковська Л. В.* 28
Удосконалення технології виробництва м'якого маргарину з антиоксидантними властивостями
- Цихановська І. В., Александров О. В., Гонтар Т. Б., Коваленко З. І., Макаренко В. В.* 29
Удосконалення технології мармеладу желейного формового з використанням харчової добавки «Магнетофуд»
- Новікова Н. В., Кірін В. О.* 30
Інноваційні технології виробництва м'ясних напівфабрикатів шляхом збагачення їх мікронутрієнтами



- Миколенко С. Ю., Баранік П. В.* 31
Техніко-технологічне обґрунтування інфрачервоної обробки черешень
- Фіалковська Л. В.* 32
Переробка відходів олійножирового виробництва
- Struchaiev N., Samoichuk K., Postol Yu., Yalpachik V.* 33
Investigation of the melting of crushed beeswax
- ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА**
- Постнікова М. В.* 34
Дослідження енергоефективності машин вторинного очищення посівного зерна
- Сілі І. І., Азархов О. Ю.* 35
Розробка моделі цифрового фетального пульсометру
- Діденко О. В.* 36
Дослідження процесу тепловиділення в рициновій олії з різним питомим опором під дією електричного поля
- Стручаєв М. І., Нікульча М. В.* 37
Підвищення ефективності абсорбційного пристрою накопичення вологи



DOI: 10.31388/2220-8674-2021-1-31

УДК 631.563.2:[631.17:634.23]

С. Ю. Миколенко, к.т.н., ORCID: 0000-0002-1959-1141
П. В. Баранік, асп. ORCID: 0000-0001-9520-9082

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
e-mail: mykolenko.s.yu@dsau.dp.ua, тел:098-964-26-84

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ІНФРАЧЕРВОНОЇ ОБРОБКИ ЧЕРЕШЕНЬ

Анотація. Стаття присвячена особливостям техніко-технологічного забезпечення процесу отримання сушених черешень високої якості і мікробіологічної стійкості. Щільність і усадка сушених черешень залежали від кінцевої вологості продукту і, відповідно, від температури шару продукту під час обробки. Сушіння черешень в стаціонарному режимі при температурі шару 80 °С негативно вплинуло на зовнішній вигляд, колір, аромат, смак і разжовуваність продукту. Максимальні значення водопоглинальної здатності були досягнуті протягом 180 хвилин гідратації сушених плодів і були в 1,2 рази вищими за зниженої до 70 °С температури шару під час сушіння. Встановлене значне поліпшення мікробіологічної стабільності продукту і повне знищення плісневих грибів після інфрачервоної обробки замороженої черешні, що сприятиме зниженню втрат сировини в продовольчому ланцюгу.

Ключові слова: черешні, інфрачервона обробка, фізико-хімічні показники, мікробіологічна стійкість

Постановка проблеми. Черешня (*Prunus avium* L.) – відома плодова рослина. Плоди черешні володіють різними біологічно активними властивостями, зокрема антиоксидантною, антиканцерогенною і протизапальною [1–3]. Черешня з глибокої давнини застосовувалися в лікувальних цілях [1]. М'якоть плодів черешні містить до 10 % цукрів, геміцелюлозу, клітковину, пектини, органічні кислоти, вітаміни С, групи В, флавоноїдні глікозиди – гідроксицианамічні кислоти і його похідні, антоціани (ціанідин 3-глюкозид, ціанідин 3-рутинозид, пеларгонідин 3-рутинозид і пеонідин 3-рутинозид), фарбувальні речовини, ефірну олію, амігдалин, кумарини. У м'якоті черешень багато солей заліза [4–6].

Відомо, що 60 % плодів *Prunus avium* L. постачається у торговельні мережі у свіжому вигляді, а за умови охолодження черешні зберігають свої споживчі властивості короткочасно – до двох тижнів.



Зневоднення відноситься до ефективних методів консервування плодової сировини. Відомі способи сушіння плодової сировини мають ряд суттєвих недоліків: тривалість і нерівномірність сушіння, втрати біологічно активних речовин, погіршення органолептичних та фізико-хімічних показників якості плодів [7, 8]. В останні роки для інтенсифікації процесу сушіння рослинної сировини використовують струми високої і надвисокої частот, опромінення різної частоти та ін. [3, 9]. Вважається, що використання інфрачервоної обробки плодово-овочевої сировини дозволяє максимально зберігати біологічно активні сполуки у кінцевому продукті [4, 10].

Черешні і вишні використовуються для виробництва джемів, желе, мармеладу, сиропів і безалкогольних напоїв [2]. Але на відміну від вишні, черешні відносяться до швидкокопсувної сировини. Тому зневоднення як метод їх консервування може суттєво знизити втрати продовольчої сировини, а за умови раціональних режимів обробки дозволяє досягати високої якості і мікробіологічної стійкості сушеного продукту.

Аналіз останніх досліджень. Для сушіння черешні можна використовувати радіаційне, конвективне, інфрачервоне, які характеризуються різними режимами тепловіддачі, теплової конвекції і випромінювання [11, 12]. Радіаційне сушіння є одним з найпоширеніших методів, відомих з давніх часів, оскільки використовується природний ресурс, що не вимагає додаткових енергетичних витрат. Але такий метод важко назвати технологічним і безпечним з точки зору виникнення фізичних і біологічних ризиків. Застосування інфрачервоного (ІЧ) випромінювання у поєднанні з попередньою підготовкою сировини має ряд переваг, до яких відноситься зменшення тривалості процесу, висока енергоефективність, рівномірність нагрівання продукту і підвищення його якості [13–16].

У роботі [15] доведено підвищення загальної кількості антоціанів у продукті при використанні інфрачервоного випромінювання, також показано скорочення тривалості обробки продукту з 8 до 4 годин порівняно із конвективним сушінням. Авторами [16] досліджено вплив лужної емульсії етилолеату і температури (60, 70 і 75 °С) на тривалість сушіння черешень. Доведене зменшення тривалості сушіння дослідних попередньо оброблених лужною емульсією етилолеату зразків на 19,5–22,6 % порівняно з контролем. В роботі [17] досліджено вплив різних способів обробки на кінетику сушіння і колір недозрілих і стиглих плодів черешні [17]. Сушіння проводили при температурі 70 °С, а плоди піддавали: бланшуванню і заморожуванню; бланшуванню і зануренню у розчин кислоти; бланшуванню і зануренню у сольовий розчин кислоти. Встановлено, що за останніх двох підходів колір

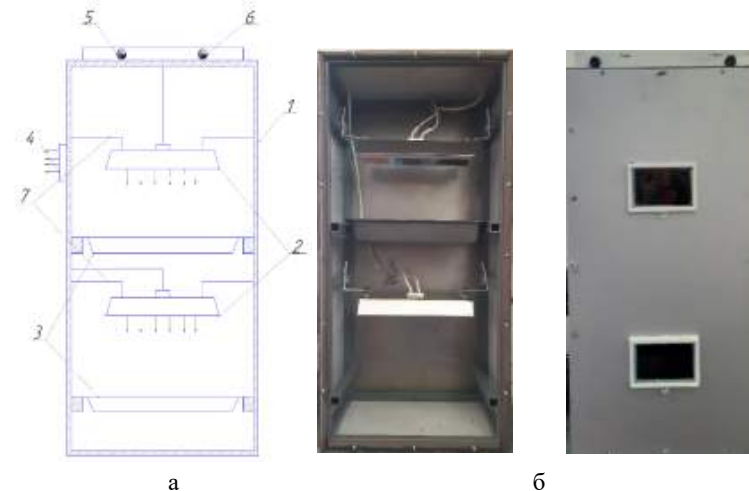
плодів краще зберігався, а попередня обробка дозволяла суттєво скоротити тривалість сушіння. Попереднє заморожування черешні позитивно позначалося на органолептичних показниках сушеного продукту [18], отриманого шляхом ІЧ-обробки. Виявлено, що висушування черешень інфрачервоним випромінюванням раціональне до вологості 10–18 %, що дозволяє отримати продукт найвищої якості.

Загалом, сушіння плодової сировини направлене на скорочення вмісту вологи до рівня, що дозволяє безпечно зберігати її протягом тривалого періоду, запобігаючи псуванню продукції під впливом біотичних факторів – розвитку мікроорганізмів псування. До інших переваг сушених продуктів є мінімізовані вимоги до упаковки і нижчі витрати на доставку внаслідок зниження об'єму і ваги.

Формулювання мети статті. Сушіння черешень потребує техніко-технологічного обґрунтування, що здатне забезпечити високу якість кінцевої продукції та її мікробіологічну стійкість. Тому метою роботи є визначення впливу інфрачервоної обробки на швидкість сушіння попередньо заморожених плодів черешні, фізико-хімічні, органолептичні і мікробіологічні показники якості сушених черешень.

Основна частина. Для проведення досліджень у якості сировини використовували черешні червоні сорту Валерій Чкалов 2019 року врожаю, які були зібрані та попередньо заморожені при температурі – 17 ± 1 °C і зберігались за таких умов протягом 20–24 діб. Дана сировина, на відміну від свіжої, характеризувалась погіршенням аромату, притаманного черешні, зміною кольору та появою побуріння плодів після розморожування. Перед сушінням черешні червоні заморожені попередньо розморожували при $24\text{--}26$ °C протягом 30 хв., промивали водою та видаляли кісточки. Сушіння черешні проводилось у експериментальній лабораторній ІЧ-установці (рис. 1). Основні технічні характеристики лабораторної установки наступні: потужність кварцевих ІЧ-випромінювачів – 1 кВт, потужність вентилятора – 24 Вт, площа робочої поверхні – $0,038$ м², межі регулювання підвісу ІЧ-випромінювачів 160–190 мм, регулятори потужності – 1 кВт. Габаритні розміри установки і ІЧ-випромінювача становлять $255 \times 370 \times 770$ мм і $90 \times 250 \times 35$ мм відповідно. Сушіння проводили в стаціонарному режимі при температурі шару 70 і 80 °C (зразок 1 і 2 відповідно) із регуляцією інтенсивності сушіння шляхом зміни потужності ІЧ-випромінювачів за допомогою регулятора марки PWR2000. Відстань від кварцевих ІЧ-випромінювачів до шару продукту становила 19 мм. Черешні висушувались у шарі, товщина якого була рівною радіусу плодів (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 черешень для усіх дослідних зразків була рівною 240 хв. Перед завантаженням продукту

проводилось попереднє розігрівання шафи протягом 1,5 хв. Досліди проводили у трьох повтореннях.



а – конструкція (1 – корпус; 2 – кварцеві ІЧ-випромінювачі; 3 – деко; 4 – вентилятор; 5 – регулятор потужності нижнього випромінювача; 6 – регулятор потужності верхнього випромінювача; 7 – регулятор висоти лампи); б – зовнішній вигляд установки

Рисунок 1. Експериментальна лабораторна установка для інфрачервоної обробки продовольчої сировини

Вологість продукту визначали термогравіметричним методом, кислотність – потенціометричним методом на приладі EZODO MP-103GL. Усадку черешні визначали за об'ємом витісненої води до і після сушіння. Водопоглинальна здатність була визначена протягом 300 хв. шляхом занурення плодів у воду кімнатної температури і визначенням ваги плодів, попередньо висушених фільтрувальним папером для видалення вологи з поверхні черешень. Дериватографічні дослідження було проведено на дериватографі «Паулік-Паулік-Ердей» марки Q-1500D при швидкості зміни температури в печі $2,5$ °C/хв до температури 250 °C. Мікробіологічний контроль рослинної сировини проводили до і після сушіння. Для цього зразки свіжих і сушених черешень запаковували під вакуумом в крафт-пакети для визначення кількості мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) та плісневих грибів (ДСТУ 8051:2015).

На рис. 2 наведено зміну вологовмісту плодів черешні під час сушіння за різної температури шару. Як видно з представлених даних, максимальна швидкість видалення вологи спостерігається протягом

перших двох годин обробки продукту. Зниження вологовмісту з 92 до 27 % відбувається через 2 і 3 години сушіння зразків 1 і 2 відповідно.

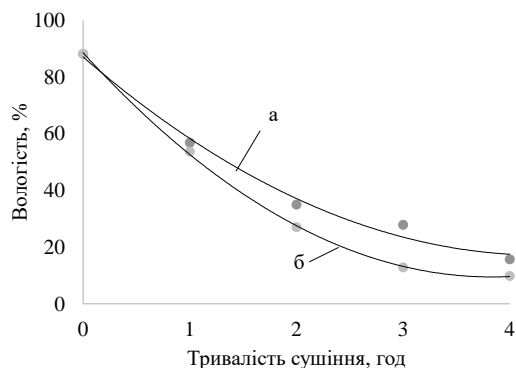


Рисунок 2. Зміна вологості черешень, отриманих при температурі шару під час сушіння: а – 70°C; б – 80°C

Для оцінки фізико-хімічних показників якості сушених черешень (рис. 3) аналізували активну кислотність, вологість, густина і усадку плодів (табл. 1). Активна кислотність і густина у досліджуваних зразках знаходилася майже на одному рівні, в той час як вологість для сушених заморожених черешень при 70 °C становила 15,5 %, а при 80 °C – 9,9 %. У роботі [18] раціональним було встановлено висушування черешень інфрачервоним випромінюванням до вологості 10–18 %, що дозволяло отримати продукт вищої якості.

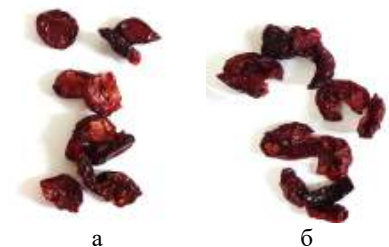


Рисунок 3. Зразки сушених черешень, отриманих при температурі шару під час сушіння: а – 70°C; б – 80°C

Активна кислотність зразків становила 3,38–3,41, тобто суттєво не відрізнялася для сушеної черешні, отриманої за різних температурних режимів. Своєю чергою, густина і усадка сушених черешень була вищою для зразка 1, що пов'язано з більшим вологовмістом внаслідок нижчої температури шару під час сушіння черешень.

Таблиця 1

Фізико-хімічні характеристики сушених черешень

№ зразка	pH	Вологість, %	Густина, г/см ³	Усадка
1	3,41	15,5	1,07	0,35
2	3,38	9,9	1,03	0,12

При цьому ІЧ-сушіння черешень за температури шару 80 °C негативно позначилося на їх органолептичних властивостях. Як видно з рис. 4, за такого режиму відбувалось суттєве погіршення зовнішнього вигляду, кольору, аромату, смаку і розжовуваності черешень.

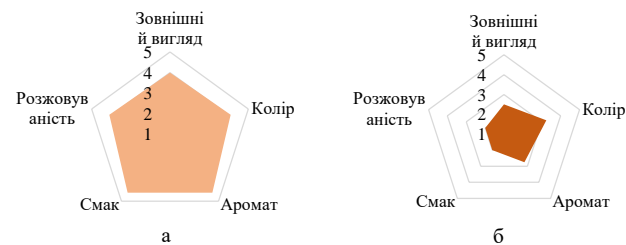


Рисунок 4. Органолептичні профілі сушених черешень, отриманих при температурі шару під час сушіння: а – 70 °C; б – 80 °C

На рис. 5 наведено зміну водопоглинальної здатності сушених черешень, що є важливим технологічним показником, який відображає не лише консистенцію продукту, але й обумовлює особливості його поведінки як інгредієнта харчових продуктів, наприклад, випічних напівфабрикатів.

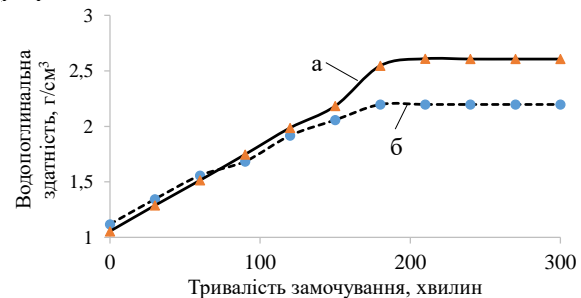


Рисунок 5. Зміна водопоглинальної здатності сушених черешень при обробленні: а – 70 °C; б – 80 °C



Як видно з приведених даних, після 90 хв. водопоглинальна здатність черешень, що були висушені до досягнення температури шару 80 °С, знижувалася порівняно зі зразками, які були висушені при 70 °С. Максимальне значення водопоглинальної здатності (2,2 і 2,6) було досягнуто через 180 хв. гідратації сушених плодів і було вищим у 1,2 рази при зниженні до 70 °С температури шару під час ІЧ-обробки.

Заморожування і сушіння відносять до найбільш застосовуваних методів консервування плодовоовочевої сировини. Під час заморожування відбувається фазове перетворення води плодів із рідкого стану в кристалічний, що перешкоджає перебігу мікробіологічних, біохімічних, фізіологічних процесів у сировині [19]. При цьому, за рахунок високої активності води черешні настійкі до мікробіологічного псування [20, 21]. В табл. 2 показано особливості форм зв'язку вологи у висушених ІЧ-випромінюванням плодах черешні з вологістю 15,5 %.

Таблиця 2

Форми зв'язку вологи в сушених черешнях

Форми зв'язку вологи	Всього	%	T ₀ , °С	T _к , °С	T _{пик} , °С
Вільна вологи, всього	200	71,7	24	160	-
фізико-механічна	120	52,2	24	100	-
осмотична	80	19,6	100	160	138
Адсорбційна вологи, всього	85	28,3	160	248	
полімолекулярних шарів	30	15,2	160	200	-
мономолекулярних шарів	55	13,0	200	248	-

Встановлено, що після висушування основна частка вологи припадала на вільну, яка становила 72 %, із якої фізико-механічна вологи складала 52 %. Максимальний пік видалення вологи припадав на 138 °С. Адсорбційна вологи полі- і мономолекулярних шарів складала 15 і 13% всієї видаленої під час аналізу кількості води.

В табл. 3 показано зміну мікробіологічного стану черешень до і після сушіння.

Таблиця 3

Мікробіологічні показники черешень до і після сушіння

Зразок черешень	КМАФАнМ, КУО в 1 г	Плісеневі гриби, КУО в 1 г
до обробки	15 · 10 ⁻¹	40
після обробки	<1 · 10 ⁻¹	відсутні



Внаслідок інфрачервоної обробки відбувається суттєва зміна мікробіологічного стану продукту, зокрема, загальна мікробіологічна забрудненість знижується більше, ніж у 15 разів. До того ж, досягається повне знищення плісневих грибів, які були присутні у вихідній сировині до інфрачервоного сушіння, що у поєднанні з низькою вологістю сушених черешень дозволяє забезпечити їх тривале зберігання, запобігаючи втратам цінної плодової сировини вздовж продовольчого ланцюга.

Висновки. Плоди черешні відносяться до швидкопсувної сировини, яка втрачає споживчі якості внаслідок низькотемпературної обробки. Інфрачервона обробка попередньо заморожених черешень дозволяє отримати сушений продукт, який можна застосовувати як самостійний або у складі випічних напівфабрикатів, сухих сніданків. При сушінні черешень у стаціонарному режимі інфрачервоним випромінюванням за температури шару продукту 70–80 °С максимальна швидкість видалення вологи спостерігається протягом перших двох годин обробки продукту, а зниження вологовмісту з 92 до 27 % відбувається через 2 і 3 години сушіння. Сушені черешні характеризуються низьким значенням активної кислотності на рівні 3,38–3,41, а густина черешень і їх усадка суттєво залежать від кінцевого вологовмісту продукту, і відповідно, від температури шару черешень під час інфрачервоної обробки. Сушіння черешень у стаціонарному режимі за температури шару 80 °С негативно позначалося на зовнішньому вигляді, кольорі, ароматі, смаку і розжовуваності черешень. Максимальні значення водопоглинальної здатності було досягнуто через 180 хв. гідратації сушених плодів і було вищим у 1,2 рази при зниженні до 70 °С температури шару під час ІЧ-обробки. В сушених черешнях основна частка вологи припадала на вільну, яка становила 72 %, із якої фізико-механічна вологи складала 52 %. Адсорбційна вологи полі- і мономолекулярних шарів складала 15 і 13 % всієї видаленої під час аналізу кількості води. Встановлено, що внаслідок інфрачервоної обробки відбувається суттєве поліпшення мікробіологічного стану продукту: кількість мезофільно аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів знижується у 15 разів та відбувається повне знезараження черешень від плісневих грибів. Це свідчить про можливість тривалого зберігання продукту, тому інфрачервона обробка черешень здатна запобігати втратам цінної плодової сировини вздовж продовольчого ланцюга.

Список використаних джерел

1. In vitro bioavailability of phenolic compounds from five cultivars of frozen sweet cherries (*Prunus avium* L.) / M. Fazzari, L. Fukumoto, G.



Mazza [et al.]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56 (10). P. 3561–3568. DOI: 10.1021 / jf073506a.

2. Tarhan S., Ergunes G, Taser O.F. Selection of chemical and thermal pretreatment combination to reduce the dehydration time of sour cherry (*Prunus cerasus* L.). *Journal of Food Process Engineering*. 2006. Vol. 29. P. 651–663. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2006.00088.x>.

3. 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.

4. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries / N.P. Seeram, R.A. Momin, M.G. Nair, L.D. Bourquin. *Phytomedicine*. 2001. Vol. 8 (5). P. 362–369. DOI: 10.1078 / 0944-7113-00053.

5. Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Italy / G. Ballistreri, A. Continella, A. Gentile [et al.]. *Food Chemistry*. 2013. Vol. 140 (4). P. 630–638. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.11.024.

6. Free and glycosidically bound aroma compounds in cherry (*Prunus avium* L.) / Y.Q. Wen, F. He, B.Q. Zhu [et al.]. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 152. P. 29–36. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.11.092.

7. 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.

8. Боряк Л.А., Михайлик Т.Н., Петрова Ж.А. Особенности сушки кератиносодержащего сырья. Конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии». Москва, 2002. 130-133 с.

9. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. Москва: Пищевая промышленность, 1973. 528 с.

10. Киптелая Л.В., Загоруйко А.Н. ИК-сушка плодоягодного сырья. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2014. №3. С. 80–86.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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>.

15. 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.

16. Doymaz I, Ismail O. Drying characteristics of sweet cherry. *Food and Bioprocess Processing*. 2011. Vol. 89 № 1. P. 31–38. DOI: 10.1016/j.fbp.2010.03.006.

17. Pirone B.N, De Michelis A., Salvatori D.M. Pretreatments Effect in Drying Behaviour and Colour of Mature and Immature Napolitana Sweet Cherries. *Food Bioprocess Technology*. 2014. № 7. P. 1640–1655. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1238-x>.

18. Миколенко С., Куянов Ю., Баранік П. Вплив інфрачервоного сушіння на якість свіжої і замороженої черешні. *Технічні науки та технології*. 2019. №3 (17). С. 258–266. DOI: 10.25140/2411-5363-2019-3(17)-258-266.

19. Василишина О. В. Особливості кристалотворення 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.

20. 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.

21. 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.

Стаття надійшла 22.04.2021 р.

S. Mykolenko, P. Baranik
Dnipro State Agrarian and Economy University

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SUBSTITUTION OF INFRARED DRYING OF SWEET CHERRIES

Summary

Sweet cherries are perishable raw materials that lose their consumer qualities due to freezing. Infrared treatment of the pre-frozen cherries allows to get a dried product that can be used as a snack product as well as an ingredient for granola or breadmaking. When drying cherries in a stationary mode by infrared radiation at a product layer temperature



of 70–80 °C, the maximum rate of moisture removal was observed during the first two hours of the heating, and the moisture content decreases from 92 to 27 % after 2–3 hours of drying. Dried sweet cherries were characterized by a low value of active acidity at the level of 3.38–3.41, and the density of cherries and their shrinkage significantly depended on the final moisture content of the product, and accordingly, on the temperature of the cherry layer during the infrared treatment. Drying of the sweet cherries in a stationary mode at a layer temperature of 80 °C negatively affected the appearance, color, aroma, taste and chewiness of the product. The maximum values of the water absorption capacity were reached after 180 minutes of the hydration of the dried fruits and was 1.2 times higher at reduced to 70 °C layer temperature during the infrared treatment. In the dried cherries, the main share of moisture was free, which took 72 %, of which physical and mechanical moisture was 52 %. The adsorption moisture of the poly- and monomolecular layers was 15 and 13 % of the total amount of water removed during the analysis respectively. It was found that as a result of the infrared treatment there was a significant improvement in the microbiological stability of the product: the number of mesophilic aerobic and optional anaerobic microorganisms was reduced by 15 times when molds were eliminated totally. This sustains a long-term storage of the product, so the infrared treatment of cherries at the presented mode can prevent food loss along the food chain.

Key words: sweet cherries, infrared treatment, physicochemical characteristics, microbiological stability

С.Ю. Мыколенко, П.В. Бараник

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ ОБРАБОТКИ ЧЕРЕШЕН

Аннотація

Статья посвящена особенностям технико-технологического обеспечения процесса получения сушеных черешен высокого качества и микробиологической устойчивости. Плотность и усадка сушеных черешен зависели от конечной влажности продукта и, соответственно, от температуры слоя продукта во время обработки. Сушка черешен в стационарном режиме при температуре слоя 80 °C отрицательно повлияла на внешний вид, цвет, аромат, вкус и разжовываемость продукта. Максимальные значения водопоглатительной способности были достигнуты в течение 180 минут гидратации сушеных плодов и были в 1,2 раза выше пониженной до 70 °C температуры слоя при сушке. Установлено значительное улучшение микробиологической стабильности продукта и полное уничтожение плесневых грибов после инфракрасной обработки замороженной черешни, что будет способствовать снижению потерь сырья в продовольственной цепи.

Ключевые слова: черешни, инфракрасная обработка, физико-химические характеристики, микробиологическая стабильность.



DOI: 10.31388/2220-8674-2021-1-32

УДК 665.11:665.7.038.2

Л. В. Фіалковська, к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-4353-0963

Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ

e-mail: larisa_fialkova@ukr.net

ПЕРЕРОБКА ВІДХОДІВ ОЛІЙНОЖИРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Анотація. На різних стадіях вилучення олії з олійних культур та її подальшої рафінації утворюються вторинні матеріальні ресурси, при переробці яких можуть бути отримані продукти, які мають товарну і споживчу цінність.

У статті наведені шляхи використання відходів олійножирового виробництва. Запропоновано використання відпрацьованих відбілених глин для виробництва керамзитового гравію. Заміна дефіцитних і дороговартісних нафтопродуктів, які використовують в теперішній час при виготовленні керамзитового гравію, на відпрацьовані відбілені глини, дозволить розширити сировинну базу органічних добавок.

Запропоновано використання відпрацьованих відбілених глин для виробництва миючої пасти. Інгрєдєнти на основі натуральних матеріалів допомагають очистити шкіру глибоко в порах. Паста ретельно виводить зі шкіри стійкі домішки: олії, жиру, мастильних матеріалів, смоли, сажі, графіту тощо.

Ключові слова: олія, шрот, переробка, паста, гравій, технологія, відбілювання, відбілені глини, рафінація, відходи.

Постановка проблеми. Комплексне використання відходів олійножирової промисловості на всіх стадіях продовольчого ланцюгу є прогресивним напрямом забезпечення ресурсозбереження в національній економіці. Ринкові трансформації, які відбулися в аграрному секторі України, сприяли впровадженню у виробництво найважливіших досягнень науково-технічного прогресу та світового досвіду з вторинного використання відходів. Сучасні інноваційні розробки сприяють лише частковому розв'язанню суперечностей між зростаючими потребами населення у високоякісних продуктах харчування і обмеженими обсягами виробництва сільськогосподарської сировини. Науково-практичні результати досліджень щодо комплексного використання відходів харчової промисловості дозволяють отримувати суттєву економію матеріальних та енергетичних ресурсів, забезпечують підвищення рівня замкненості виробничо-ресурсних циклів у галузі, що сприяє зростанню