

УДК 664.8.047

DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2024.19.4>**Гусарова О.В.**

кандидатка технічних наук, старша викладачка кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»; старша наукова співробітниця, Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7622-9168>

**Пазюк В.М.**

доктор технічних наук, провідний науковий співробітник, Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4955-1941>

**Дуб В.В.**

кандидат технічних наук, доцент, Херсонський державний аграрно-економічний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-4426>

**Husarova Olena**

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»; Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

**Paziuk Vadym**

Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

**Dub Volodymyr**

Kherson State Agrarian and Economic University

## КАЛЬКУЛЮВАННЯ СОБІВАРТОСТІ ЧИПСІВ ІЗ ЯБЛУК ОДЕРЖАНИХ ЗА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЮ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЄЮ

### CALCULATION OF THE COST OF APPLE CHIPS OBTAINED USING ENERGY-EFFICIENT HEAT TECHNOLOGY

У статті представлено калькулювання собівартості чипсів із яблук одержаних за енергоефективною теплотехнологією виробництва сушених продуктів. У результаті перенасичення ринку яблуками українського виробника постає проблема їх переробки та зберігання. Оскільки в Україні відсутнє власне промислове виробництво чипсів актуальним завданням є розроблення теплотехнології із виробництва перероблення яблук на сушених яблучних продуктів. Метою статті є створення інноваційної енергоефективної теплотехнології виробництва нових форм сушених продуктів та калькулювання собівартості одержаних за цією технологією чипсів із яблук. У статті надано огляд літературних джерел присвячених дослідженням процесу сушіння яблук та їх переробки на чипси. Зазначено, що у торговельній мережі пропонуються чипси іноземних виробників і їхня вартість значна. Подано технологічну схему енергоефективної теплотехнології виробництва сушених продуктів. Сушіння здійснюють за розробленим стаціонарним режимом зневоднення при таких параметрах сушильного агенту: температура – 80/60 °С, швидкість – 1,5 м/с, вологовміст – 10 г/кг сухого повітря. Основними статтями витрат, що складають собівартість чипсів є витрати на обладнання, на процес сушіння (який є основним у технологічному циклі виробництва), вартість сировини, електроенергії, води, оплати праці тощо. Знизити собівартість виробництва чипсів можливо

за рахунок використання багатозонних лічильників і оплати електроенергії залежно від часу роботи обладнання. Також перехід сушарок на новий тип теплогенератора, що працює на пелетах або газу дозволить орієнтовно знизити собівартість продукції на 30...40% і більше. Важливим є переробка вітчизняної дешевої сировини, яка є у надлишку і при зберіганні псується. На собівартість чипсів також впливає додавання смакових наповнювачів та консервантів, які не використовуються у запропонованій теплотехнології.

**Ключові слова:** калькулювання, собівартість, сушіння, теплотехнологія, яблука, чипси.

*The article presents the calculation of the cost of chips from apples obtained by energy-efficient heat technology for the production of dried products. As a result of oversaturation of the market with Ukrainian apples, the problem of their processing and storage arises. Since Ukraine does not have its own industrial production of chips, it is urgent to develop thermal technologies for processing apples into dried products. The purpose of the article is to create an innovative energy-efficient thermal technology for the production of new forms of dried products and to calculate the cost of apple chips obtained by this technology. The article provides an overview of literary sources dedicated to the study of the process of drying apples and their processing into chips. It is noted that chips of foreign manufacturers are offered in the trading network and their cost is significant. The technological scheme of energy-efficient heat technology for the production of dried products is presented. Drying is carried out according to the developed stepwise dehydration regime with the following parameters of the drying agent: temperature – 80/60 °C, speed – 1.5 m/s, moisture content – 10 g/kg of dry air. The main items of expenses that make up the cost of chips are the costs of equipment, the drying process (which is the main part of the technological cycle of production), the cost of raw materials, electricity, water, wages, etc. It is possible to reduce the cost of chip production due to the use of multi-zone meters and payment of electricity depending on the time of operation of the equipment. Also, the transition of dryers to a new type of heat generator that runs on pellets or gas will make it possible to roughly reduce the cost of production by 30...40% or more. It is important to process domestic cheap raw materials, which are in excess and deteriorate during storage. The cost of chips is also affected by the addition of flavor fillers and preservatives, which are not used in the proposed thermal technology.*

**Key words:** calculation, cost, drying, thermal technology, apples, chips.

**Постановка проблеми.** Біля 90% яблук українського виробника до 2014 року, призначених для експорту, вивозились до російської федерації та до 10% у Європейський Союз (ЄС). Наразі не більше 15% яблук вивозиться у країни ЄС [1; 2]. Зараз відбувається скорочення площ під сади внаслідок військової агресії росії, але тим не менш, спостерігається перенасичення ринку яблуками. А отже їх треба переробляти та зберігати.

Сушіння – один з найбільш розповсюджених методів консервування свіжої рослинної сировини, який зберігає корисні складові та подовжує термін зберігання [1]. До сушених продуктів відносять чипси та снеки з фруктів та овочів. Вони користуються значним попитом та популярністю у споживачів через низьку калорійність, зручність у вживанні, тривалий термін зберігання. Сушена продукція доступна споживачам протягом року, а не лише у сезон дозрівання.

В Україні відсутнє власне промислове виробництво чипсів. У торгівельній мережі пропонуються чипси іноземних виробників з різними наповнювачами та підсилювачами смаку і їхня вартість значна.

Основними статтями витрат у собівартості чипсів є витрати на обладнання, на процес сушіння (який є основним у технологічному циклі виробництва), вартість сировини, електроенергії, води, оплату праці тощо. На вартість та якість чипсів також впливає попередня теплова обробка перед сушінням, додавання смакових наповнювачів та консервантів [2].

Здешевлення собівартості сушеної продукції можна досягнути одержанням її за енергоефективною теплотехнологією без додавання смакових інгредієнтів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У США, країнах Європи (Сербія, Угорщина, Польща, Німеччина, Швейцарія та ін), країнах сходу (Таїланді, Китаї, В'єтнамі тощо), у росії та білорусії займаються дослідженням процесу сушіння рослинної

сировини та переробленням її на чипси, сніки тощо [1–7]. У виробництві чипсів використовують різні способи зневоднення – сублімаційний, вакуумний, конвективний, інфрачервоний, а також їх поєднання. Більшість технологій отримання чипсів передбачають застосування різних смакових добавок, стабілізаторів, прянощів, як на стадії підготовки сировини, так і на заключній стадії [4–7].

Аналіз літературних джерел показав, що для зневоднення фруктів найбільш часто застосовують конвективний метод сушіння з використанням стрічкових та тунельних сушарок. Ці сушильні установки знайшли широке застосування завдяки простоті конструкції та експлуатації, раціональному використанню обладнання і його відносно низькій вартості [1–3; 8; 9].

При конвективному сушінні найбільше на інтенсифікацію процесу впливає підвищення температури сушильного агенту. Але можливість підвищувати температуру при сушінні яблук, які є термолабільним матеріалом, обмежена гранично допустимою температурою, що не перевищує 60°C. Сушіння доцільно проводити у режимах стадійного зневоднення, що дозволяє інтенсифікувати процес, підвищити ефективність та зменшити вплив на сировину небажаного фактору температура-тривалий час сушіння [3; 8].

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є створення інноваційної енергоефективної теплотехнології виробництва нових форм сушених продуктів та калькулювання собівартості одержаних за цією технологією чипсів із яблук.

**Виклад основного матеріалу.** Сушіння – складний тепломасообмінний процес, який характеризується нераціональним розподілом теплоти та значними енергетичними витратами. На випаровування вологи використовується лише до 45% підведеної теплоти, решту відносять до втрат, що вказує на неефективність процесу [2; 3; 8; 9].

Процес сушіння є основним у технологічному циклі отримання чипсів і визначає якість готового продукту та енергетичні показники виробництва. Враховуючи, що тривала теплова дія негативно позначається на якості продукту, при розробленні режимів зневоднення основний акцент ставиться на дотриманні гранично допустимих температур матеріалу і скороченні тривалості процесу [1–3].

Подорожчання енергоносіїв, економічна та політична ситуація спонукає до вдосконалення існуючого обладнання та розробки енергоефективних теплотехнологій сушіння.

Розроблена технологічна схема енергоефективної теплотехнології виробництва сушених продуктів (сухофруктів, фруктово-овочевих чипсів) представлена на рисунку 1. Схема технологічного процесу виробництва чипсів з яблук містить чотири основних ділянки: підготовки яблук до сушіння; власне сушіння; охолодження; пакування [1–3]. Технологічній переробці підлягають яблука відповідно до ДСТУ 8133:2015 „Яблука свіжі середніх та пізніх термінів досягання. Технічні умови”.

Відповідно до схеми технологічної переробки (рис. 1) прийняті свіжі яблука з бункера (1) надходять у ванну для замочування (2), потім до мийної машини (3), де їх ретельно мийють. На інспекційному транспортері (4) видаляють ушкоджені плоди та повторно мийють. Ретельно підготовлену сировину подають на нарізання до машини (5). Яблука нарізають завтовшки 3...4 мм кружальцями або півкружальцями. Далі яблука надходять у бланшувач (6), де їх бланшують парою протягом 30...40 с і потім рівномірно розкладають на сушильну поверхню (7):

- при зневодненні на сушильній установці тунельного типу – на піддони, що завантажують у візок. Заповнений сировиною візок подають у зону зневоднення тунельної установки;

- при зневодненні на стрічковій сушильній установці – на сушильну стрічку сушарки.

Сушіння здійснюють за розробленим стадійним режимом зневоднення при таких параметрах сушильного агенту: температура – 80/60 °C, швидкість – 1,5 м/с, волого-

вміст – 10 г/кг сухого повітря [2; 3]. Процес зневоднення яблук закінчують при досягненні матеріалом низької кінцевої вологості 6...8%. Висушений матеріал охолоджують до температури 15...20°C у апараті для охолодження (8), фасують у герметичні пакети на пакувальному обладнанні (9) та направляють на зберігання або на реалізацію у торговельну мережу.

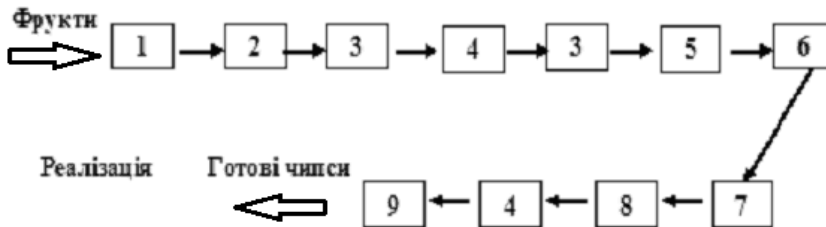


Рис. 1. Технологічна схема одержання чипсів з яблук:

1 – бункер; 2 – ванна для замочування; 3 – мийна машина; 4 – інспекційний транспортер; 5 – машина для нарізання; 6 – бланшувач; 7 – сушильна установка; 8 – апарат для охолодження; 9 – пакувальне обладнання

Досягнення сушеної продукції високої якості можливо за умов ретельно підготовленої сировини. Тому на ділянці підготовки яблук передбачена ванна для замочування. Після замочування сировина піддається двократній мийці та інспекції. За допомогою дозуючого бункеру яблука рівномірно подаються на нарізання.

Щоб уникнути перевищення температури матеріалу вище гранично допустимої, проводиться контроль тривалості перебування сировини в середовищі певної температури, завдяки чому виключається перегрів матеріалу і руйнування термолабільних речовин яблук. Режими процесу сушіння корегуються в залежності від сировини, ступеня зрілості, сезону року, параметрів повітря у виробничому приміщенні [2; 3].

Чипси з яблук повинні мати органолептичні показники відповідно до ТУ У 10.3-05417118-053:2016 „Чипси фруктові, овочеві”: смак та запах властивий свіжим яблукам, колір від світло-кремового до кремового та хрустку структуру. Щоб уникнути псування готового продукту, упаковані чипси з яблук рекомендується зберігати в чистих сухих темних приміщеннях з додержанням санітарних правил при відносній вологості повітря у приміщенні не вище 75%, температурі – не більше 20°C відповідно до технічних умов протягом 12 місяців з дати виробництва [2].

#### *Впровадження теплотехнології виробництва чипсів*

Відпрацювання режимів бланшування, сушіння та впровадження розробленої теплотехнології здійснено на підприємствах ТОВ „Пролісок-Агро” (Запорізька обл., Васильківський р-н) і ТзОВ „Термінал ЛТД” (м. Львів) в дослідно-промислових умовах, відповідно до договорів про науково-технічне співробітництво на яблуках сорту Ренет Симиренко.

В основу теплотехнології виробництва чипсів з яблук покладено процес постадійного сушіння попередньо обробленої сировини. Технологічний процес здійснювався відповідно до розробленої технологічної інструкції. Контроль якісних показників сировини та дотримання режимних параметрів проводився на кожному етапі виробництва. Схема сушильної установки зображена на рисунку 2.

Технічні характеристики сушильної установки ТОВ “Технолог”:

1. Режим роботи – циклічний.
2. Разове завантаження – 200 кг (по сировині).
3. Потужність – 31,4 кВт.
4. Потужність вентиляторів – 3 кВт.

5. Діапазон робочих температур – 30...100 °С.
6. Кількість візків – 3 шт.
7. Кількість лотків – 48 шт.
8. Корисна площа лотків – 28 м<sup>2</sup>.
9. Маса – 1220 кг.
10. Габаритні розміри, мм – 5100×1600×1700.

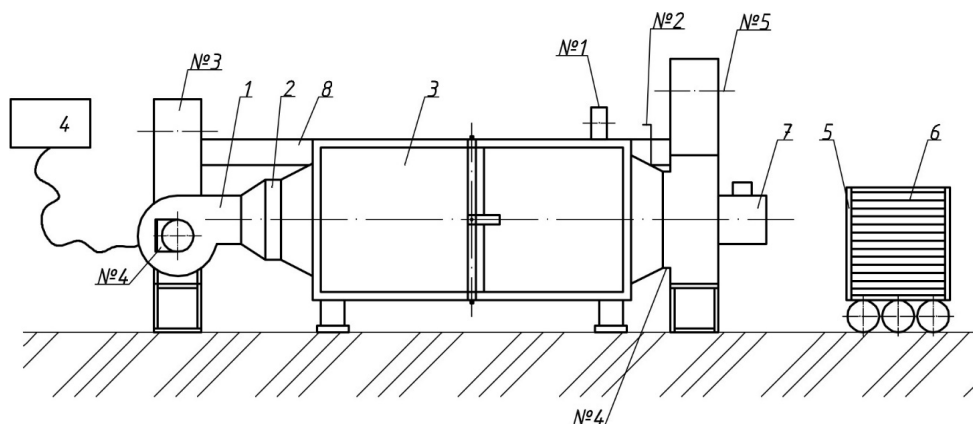


Рис. 2. Схема сушильної установки виробництва ТОВ "Технолог":  
 1 – вентилятор, 2 – калорифер, 3 – камера, 4 – пульт керування, 5 – візок,  
 6 – лотки, 7 – вентилятор всмоктування, 8 – рециркуляційна труба

Реалізація створеної теплотехнології виробництва чипсів з яблук можлива на розробленій сушильній установці ЛТО-2, що описана в [8]. Технічні показники технологічної лінії ЛТО-2 виробництва чипсів з яблук наведено у табл. 1.

Конструктивні особливості сушарки дозволяють реалізувати розроблені стадійні режими, розподілити інтенсивність теплового впливу на матеріал в залежності від його вологості та часу перебування в тій чи іншій зоні, а також автоматично підтримувати певний тепловологий режим в кожній зоні для конкретної сировини, що і забезпечує високі споживчі властивості чипсів, скорочення теплових витрат на випаровування 1 кг води на 15...20%. Прийнята система рециркуляції сушильного агента сприяє скороченню витрат теплоти, знижує викиди та зменшує теплове забруднення навколишнього середовища [1–3].

Таблиця 1

## Технічні характеристики лінії ЛТО-2

Продуктивність по сировині, т/годину, т/рік	Продуктивність по чипсам, т/годину, т/рік	Витрати теплоти на 1 кг випареної води, кДж/кг	Виробнича площа, м <sup>2</sup>
0,23...0,25	0,04...0,045	3700...4000	320

Джерело: [8]

## Калькулювання собівартості чипсів із яблук

Калькулювання орієнтовної собівартості та роздрібною ціни чипсів із яблук проводилось на прикладі сушильного обладнання ТОВ „Пролісок-Агро”.

Норма витрат по сировині на 1 т чипсів з яблук (табл. 2) розраховувалась за формулою (1) [8]:

$$M = \frac{1,05 \cdot m \cdot C_2}{C_1}, \quad (1)$$

де  $m$  – маса одержаних чипсів з яблук, кг;

$C_1$  – вміст сухих речовин у вихідних яблуках, що визначається висушуванням, %;

$C_2$  – вміст сухих речовин в чипсах, що визначається висушуванням, %;

1,05 – коефіцієнт, що враховує втрати чипсів (не більше 5%).

Таблиця 2

### Норма витрати сировини на 1 тону чипсів з яблук

Вид сировини	Сухі речовини в сировині, %	Кількість сировини, кг, при вологості, %		
		6	7	8
Яблука	14	7050	6975	6900
	15	6580	6510	6440
	16	6169	6103	6038
	18	5483	5425	5367

Розрахунок показників проводився за таким алгоритмом за [2; 8; 9]:

1. Вартість устаткування та монтажу:

$$K_{o1} = 1,1 \cdot B_{o1} = 1,1 (M_p + B_n + C_o + P_o), \quad (2)$$

де  $B_{o1}$  – орієнтовна вартість обладнання підприємства, грн;

$M_p$  – вартість електричної яблукорізки, грн;

$B_n$  – вартість парового стрічкового бланшувача, грн;

$C_o$  – вартість сушильної установки ТОВ „Технолог”, грн;

$P_o$  – вартість пакувального обладнання, грн.

Вартість монтажу складає 10% від вартості устаткування.

2. Річні енерговитрати при експлуатації сушильної установки:

$$E = P_{об} \cdot t_p \cdot n_{зм} \cdot d_p \cdot C_{ен}, \quad (3)$$

де  $P_{об}$  – потужність обладнання, кВт;

$t_p = 8$  – робочий час 1 зміни, год;

$n_{зм}$  – кількість змін,  $n_{зм} = 3$ ;

$d_p = 355$  – робочі дні у році (11 міс);

$C_{ен} = 1,956$  грн за кВт·год – тариф з ПДВ на електроенергію.

3. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання:

$$B = B_A + B_p, \quad (4)$$

де  $B_A = 0,24 \cdot B_{o1}$  – витрати на амортизацію обладнання, грн;

$B_p = K_p \cdot B_{o1}$  – витрати на ремонт, приймаємо 1% вартості обладнання, грн.

4. Заробітна плата основних робітників:

$$ЗП = n_{п} \cdot t_p \cdot n_{зм} \cdot d_p \cdot S_p \cdot k_1, \quad (5)$$

де  $n_{п} = 1$  – кількість персоналу за зміну;

$S_p = 13,3$  грн/год – погодинна тарифна ставка працівника I розряду;

$k_1 = 0,5$  – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати на заробітну плату.

5. Розрахунок відрахувань у соціальний фонд:

$$B_{зп} = ЗП \cdot k_2, \quad (6)$$

де  $k_2 = 0,3852$  – коефіцієнт, що враховує витрати на відрахування у соціальний фонд.

6. Витрати на тару.

Вартість пакетів для пакування та зберігання розраховується, виходячи з їх кількості та вартості.

Кількість пакетів типу дой-пак крафт:

$$K = \frac{Q_v}{V_n}, \quad (7)$$

де  $Q_v$  – кількість чипсів, що треба розфасувати;

$V_n$  – об'єм пакетів (50 г).

Вартість  $B_n$  пакетів дой-пак крафт – 200 грн за 100 шт. Треба 532600 шт/рік пакетів.

7. Транспортні витрати на доставку основної, допоміжної сировини та інших матеріалів приймаємо 5% вартості цих матеріалів.

Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

### Вихідні дані для розрахунку собівартості чипсів

Назва показників	Одиниці виміру	Показники
Продуктивність по сировині	кг/цикл	25
Тривалість циклу	год	6
Продуктивність по готовому продукту	кг/добу	75
Річний обсяг продукції	т/рік	26,63
Річний час роботи обладнання	міс	11
Витрата пари	т/год	1
Паливо на транспортні витрати	грн/т	700
Витрата води	м <sup>3</sup> /т	2
Вартість води та водовідведення	грн/м <sup>3</sup>	19,596
Потужність обладнання	кВт/год	100
Вартість обладнання	грн	1393920

Результати розрахунку та розрахункова собівартість чипсів з яблук в перерахунку на 1 тону продукції наведена в таблиці 4. Розрахункова собівартість чипсів складає – 457 грн/кг. Вартість чипсів (з урахуванням рентабельності та роздрібної націнки) одержаних за теплотехнологією розробленою в Інституті – 715 грн/кг (табл. 4). Для порівняння вартість чипсів у торгівельній мережі на момент розрахунку становить – 950...1100 грн/кг залежно від виробника та країни походження.

Таблиця 4

### Розрахункова собівартість чипсів з яблук

Назва показників	Одиниці виміру	Показники
Сировина	грн/т	27600
Вода	грн/т	470
Пара	грн/т	224917
Енергія на технологічні операції	грн/т	59054
Амортизація обладнання	грн/т	12562
Ремонт обладнання	грн/т	523
Заробітна плата робітників	грн/т	63828
Соціальні відрахування	грн/т	24586
Тара, упаковка	грн/т	40000
Транспортні витрати	грн/т	3379
Собівартість чипсів	грн/т	456923
Оптова ціна (рентабельність 30%)	грн/т	594000
Роздрібна ціна (20% ПДВ)	грн/т	712800

Калькулювання собівартості здійснювалось станом на 2019 рік. Враховуючи зростання тарифів на електроенергію, воду, паливо, оплату праці вартість чипсів у 2023 році зростає приблизно на 50...65%.

**Висновки.** Розроблено та впроваджено енергозберігаючу теплотехнологію одержання чипсів з яблук. В основу теплотехнології покладено процес постадійного сушіння попередньо обробленої сировини.

Проведено калькулювання собівартості чипсів одержаних за цією теплотехнологією, яка складає 457 грн/кг.

Розрахована вартість чипсів (з урахуванням рентабельності та роздрібної націнки) складає 715 грн/кг, що нижче за вартість у торговельній мережі України на момент розрахунку на 30...55%.

Розрахунок показав, що на собівартість суттєво впливають такі складники, як вартість палива, електроенергії, води, витрати і нарахування на заробітну плату робітників, додавання смакових наповнювачів та консервантів тощо.

Знизити собівартість чипсів можливо за рахунок використання зонних лічильників і оплати електроенергії залежно від часу роботи обладнання. Також використання пелет чи газу для роботи теплогенератив сушарок дозволить знизити собівартість продукції на 30...40%.

#### Список використаних джерел:

1. Шапар Р.О., Гусарова О.В. Аналіз інноваційних технологій для виробництва фруктових чипсів. *Промислова теплотехніка*. 2017. № 39 (3). С. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.31472/ihe.3.2017.08>
2. Гусарова О.В. Інтенсифікація тепломасопереносу під час одержання чипсів з яблук: дис...канд. техн. наук.: 05.14.06. Київ : ІТТФ НАН України, 2020. 241 с.
3. Снежкін Ю.Ф., Гусарова О.В., Шапар Р.О. Інтенсифікація вологовидалення при зневодненні плодоовочевої сировини. *Наукові праці ОНАХТ*. 2017. № 81 (1). С. 90–93. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v81i1.681>.
4. Velickova E., Winkelhausen E., Kuzmanova S. Apple chips produced by combined drying techniques. *Proceedings of 7th International Congress of Food technologists, biotechnologists and nutritionists*. September 20-23, 2011. P. 248–252.
5. Xin Bao, Rui Min, Kai Zhou, Maria Victoria Traffano-Schiffo, Quan Dong, Wei Luo. Effects of vacuum drying assisted with condensation on drying characteristics and quality of apple slices. *Journal of Food Engineering*. 2023. Vol. 340. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111286>
6. Kowalska H., Marzec A., Kowalska J. et al. Development of apple chips technology. *Heat Mass Transfer*. 2018. № 54. P. 3573–3586. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00231-018-2346-y>
7. Jinxing Zhu, Yuan Liu, Chuanhe Zhu, Min Wei. Effects of different drying methods on the physical properties and sensory characteristics of apple chip snacks. *LWT. Food Science and Technology*. 2022. Vol. 154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112829>
8. Снежкін Ю.Ф., Шапар Р.О. Тепломасообмінні технології переробки пектиновмісної сировини: монографія. НАН України, Ін-т технічної теплофізики. Київ : СІК ГРУП Україна, 2018. 228 с.
9. Пазюк В., Петрова Ж., Дуб В. Економічні передумови до створення та техніко-економічне обґрунтування впровадження безвідходної технології переробки гарбуза. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. № 17. С. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.17.10>

#### References:

1. Shapar R. O., Husarova O. V. (2017) Analiz innovatsiinykh tekhnolohii dlia vyrobnytstva fruktovykh chypsv [Analysis of innovative technologies for the production of fruit chips]. *Promyslova teplotekhnika - Industrial heat engineering*, no. (39) 3, pp. 53–58. DOI: <https://doi.org/10.31472/ihe.3.2017.08> (in Ukrainian)
2. Husarova O. V. (2020) *Intensyfikatsiia teplomasoperenosu pid chas oderzhanntia chypsv z yabluk: dys...kand. tekhn. nauk. 05.14.06* [Intensification of heat and mass transfer during the production of chips from apples: PhD thesis 05.14.06]. Kyiv: ITTF NAN Ukrainy, 241 p. (in Ukrainian)



3. Sniezhkin Yu. F., Husarova O. V., Shapar R. O. (2017) Intensyfikatsiia volohovydalennia pry znevodnenni plodoovochevoi syrovyny [Intensification of moisture removal during dehydration of fruit and vegetable raw materials]. *Naukovi pratsi ONAKhT - Scientific works of ONAKhT*, no. (81) 1, pp. 90–93. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v81i1.681> [in Ukrainian]
  4. Velickova E., Winkelhausen E., Kuzmanova S. (September 20-23, 2011) Apple chips produced by combined drying techniques. *Proceedings of 7th International Congress of Food technologists, biotechnologists and nutritionists*. Pp. 248 – 252.
  5. Xin Bao, Rui Min, Kai Zhou, Maria Victoria Traffano-Schiffo, Quan Dong, Wei Luo (2023) Effects of vacuum drying assisted with condensation on drying characteristics and quality of apple slices. *Journal of Food Engineering*, no. (340). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111286>
  6. Kowalska H., Marzec A., Kowalska J. et al. (2018) Development of apple chips technology. *Heat Mass Transfer*, no. (54), pp. 3573–3586. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00231-018-2346-y>
  7. Jinxing Zhu, Yuan Liu, Chuanhe Zhu, Min Wei (2022). Effects of different drying methods on the physical properties and sensory characteristics of apple chip snacks. *LWT. Food Science and Technology*, vol. 154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112829>
  8. Sniezhkin Yu. F., Shapar R. O. (2018) Teplomasoobminni tekhnolohii pererobky pektynovmisnoi syrovyny: monografii [Heat and mass exchange technologies for processing pectin-containing raw materials: monograph]. *NAN Ukrainy, In-t tekhnichnoi teplofizyky*. Kyiv: SIK HRUP Ukraina, 228 p. (in Ukrainian)
  9. Paziuk V., Petrova Z., Dub V. (2023) Ekonomichni peredumovy do stvorennia ta tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia vprovadzhennia bezvidkhodnoi tekhnolohii pererobky harbuza [Economic changes before the technical and economic grounding of the production of the free technology of the processing of pumpkin]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Ekonomika – Taurida Scientific Herald. Series: Economics*, no. (17), pp. 73–79. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.17.10> (in Ukrainian)
-