

УДК 664.8.047

## АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФРУКТОВИХ ЧИПСІВ

Шапар Р.О., канд. техн. наук, Гусарова О.В.

*Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Желябова, 2а, м. Київ, 03057, Україна*

У статті описано інноваційні технології, які використовуються у світі для виробництва фруктових чипсів, зокрема яблучних, їх основні переваги та недоліки. Запропоновані шляхи підвищення ефективності розглянутих технологій.

В статье описаны инновационные технологии, которые используются в мире для производства фруктовых чипсов, в частности яблочных, их основные преимущества и недостатки. Предложены пути повышения эффективности описанных технологий.

The article describes innovative technologies used in the world for the production of fruit chips, in particular apple chips, their main advantages and disadvantages. The ways of increasing the efficiency of the described technologies are suggested.

Бібл. 18, рис. 4.

**Ключові слова:** фруктові, яблучні чипси, методи зневоднення, комбіновані методи зневоднення, технології сушіння та виробництва чипсів.

Відносно новим продуктом на українському ринку є фруктово-овочеві чипси. Чипси – це тонкі хрусткі пластинки висушені до низької залишкової вологості зі смаком та кольором, властивим вихідній сировині. До них належать чипси з яблук, груш, хурми, айви, бананів, буряка, моркви, білих коренеплодів та ін. Такі чипси виробляються без обсмаження, що виключає у їхньому складі наявність холестерину, канцерогенів тощо. Вони ароматні, смачні та, що дуже важливо, – натуральні. Чипси набувають популярності та попиту завдяки низькій калорійності, зручності у користуванні, тривалості зберігання. Проте, в торгівельній мережі України представлені чипси тільки закордонного виробництва („Paula” (Польща) та „Nobilis” (Угорщина)), які мають занадто високу ціну.

Аналіз літературних джерел показав, що науковими розробками технологій сушіння чипсів займаються у багатьох країнах світу (США, Китаї, Кореї, Таїланді, Сербії, країнах Європи (Польщі, Угорщині та ін.), Росії та Білорусії), проте в Україні не приділяють достатню увагу таким дослідженням. В Україні, відносно недавно цією проблемою почали займатись у Інституті технічної теплофізики НАНУ [1, 2]. Для збільшення обсягів виробництва вітчизняної сушеної продукції маємо всі підстави: наявність сировинних ресурсів, ефективних технологій і обладнання (наприклад, найбільш економічною за питомими витратами теплоти є конвеєрна сушарка для сушіння овочів та фруктів марки АГСО, виробництва ІТТФ НАНУ з питомими витратами теплоти 3500...4900 кДж/кг, [3]).

Сушіння - основний процес у технологічному циклі виробництва чипсів, який характеризується високою енергоємністю. Враховуючи всезростаючу вартість енергоресурсів, при дослідженні процесів сушіння і проектуванні сушильного устаткування витрата енергії є визначальним чинником. І саме питанню енергозбереження в сушильній техніці в останній час приділяють

основну увагу.

Необхідно розглянути відомі технології для виробництва чипсів, виявити недоліки та проблеми, які існують і врахувати їх при розробці власної теплотехнології.

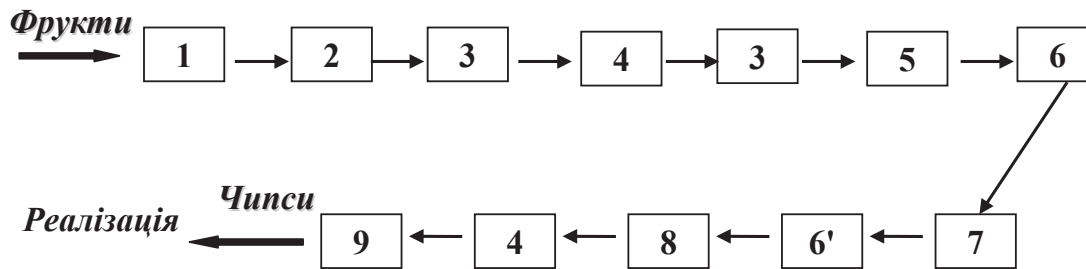
Аналіз доступних літературних та Інтернет джерел показав, що існує значна кількість технологій для виробництва фруктових чипсів [4–16]. Більшість технологій отримання фруктових чипсів містять такі основні етапи (рис. 1): миття, видалення або не видалення насіннєвої камери, нарізання кружальцями і/або напівкружальцями, обробку сировини на стадії підготовки до сушіння (або на заключному етапі обробки готового продукту) стабілізаторами, підсилювачами смаку та ін., сушіння, охолодження готового продукту та пакування.

Типові технології передбачають основні етапи виробництва чипсів, відрізняються формою та розмірами нарізки фруктів (від 0,8 мм до 7 мм), методами зневоднення (сублімаційний [4], вакуумний [5], конвективний [6, 7], інфрачервоний [8], а також їх комбінаціями – конвективний метод з СВЧ-досушуванням [9, 10], СВЧ-сушіння з вакуумуванням [11], конвективно-радіаційний метод з використанням ІЧ-випромінювання [12], конвективно-конденсаційний метод [1]) та режимами (температури сушильного агента від 40 °С до 110 °С в залежності від методу сушіння та вихідної сировини). Більшість технологій отримання чипсів передбачають застосування різноманітних смакових добавок, стабілізаторів, прянощів або на стадії підготовки сировини [4–6, 8–11, 16], або на завершальній стадії [13, 14], чи на обох стадіях [7]. Кінцевий вологовміст готових чипсів коливається в межах 2...10 %.

До недоліків цих технологій можна віднести обробку сировини розчинами, що містять кислоти та цукри, соки, мед, підсолоджувачі та ін. речовини, що негативно позначається на якості чипсів, в результаті чого вони втрачають свій природний смак та аромат. Крім того,

використання додаткових сировинних компонентів та обладнання, а також довготривалість процесу сушіння збільшують витрати енергоносіїв, підвищуючи при цьому собівартість кінцевого продукту.

Відомий також спосіб виробництва плодовоочових чипсів [13], що передбачає підготовку сировини, нарізання, бланшування, підігрівання відпрацьованим теплоносієм та обробку у п'ять послідовних етапів.



**Рис. 1. Основні етапи виробництва фруктових чипсів.**

**1 – бункер; 2 – ванна для замочування; 3 – мийна машина; 4 – інспекційний транспортер; 5 – машина для різки; 6, 6' – апарат для обробки та нанесення смакових добавок; 7 – сушильна установка; 8 – апарат для охолодження; 9 – пакувальне обладнання.**

На першому етапі підігріту сировину піддають постадійному конвективному сушінню із ступеневими режимами обробки та стадіями. На першій стадії пластини сировини обробляють у щільному шарі перегрітою парою атмосферного тиску упродовж 180 с, на другій стадії обробку здійснюють у псевдозрідженому шарі тривалістю 60 с і періодом псевдозрідження 4 с; при цьому температура перегрітої пари протягом перших 15 хв становить 417...419 К, а до кінця сушіння – 422...424 К. Швидкість перегрітої пари при сушінні в щільному шарі упродовж перших 10 хв – становить 2,0...2,2 м/с, до 20 хв – 1,1...1,4 м/с, а до кінця процесу сушіння – 0,8...1,0 м/с. При сушінні в псевдозрідженому шарі швидкість перегрітої пари упродовж перших 10 хв – становить 6,0...6,2 м/с, до 20 хв – 5,3...5,5 м/с, а до кінця сушіння – 3,6...3,8 м/с. Перший етап здійснюють до досягнення сировиною вологи 42...45 %.

На другому етапі обробку сировини здійснюють в потоці інертного теплоносія з подачею НВЧ-енергії при постійній потужності магнетрона до масової частки вологи 28...32 %.

На третьому етапі вологонасичення сировини здійснюють методом занурення продукту в підігрітий водний розчин температурою 303...308 К або розпилюванням рідини через зволожувачі.

На четвертому етапі насичений продукт досушують в полі НВЧ при підвищенні потужності магнетронів з одночасною безперервною подачею інертного газоподібного теплоносія до залишкової вологості 5...7 %, охолоджують і пакують в герметичні пакети.

Недолік даного способу полягає у складності регулювання змінних параметрів процесу та їх підтримка на заданому рівні. Під час процесу також відбувається втрата біологічно активних речовин (БАР), створення псевдозрідження збільшує матеріальні та експлуатаційні витрати виробництва.

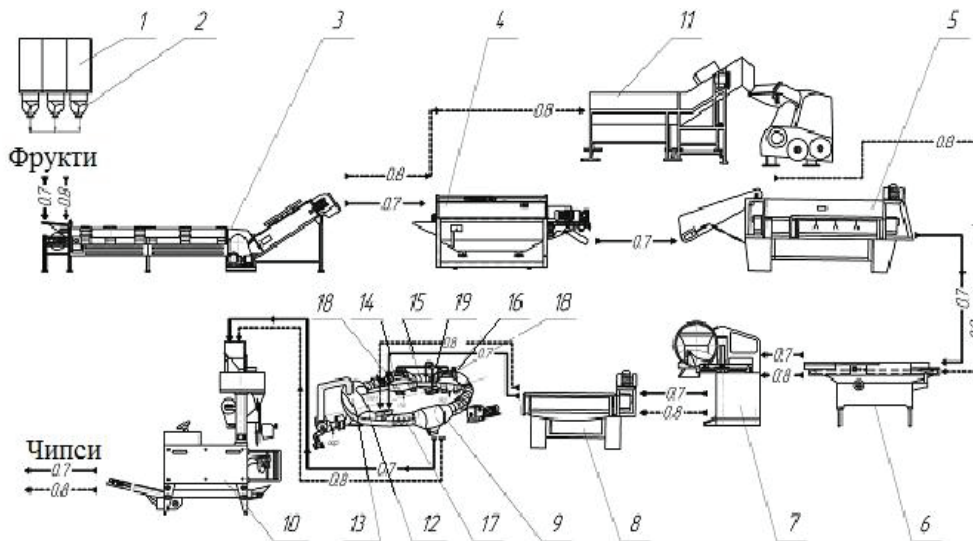
Відома також технологія виробництва яблучних чипсів [9], (рис. 2), яка містить стандартне об-

ладнання для здійснення основних етапів отримання чипсів. В якості сушарки встановлений комбінований тороїдальний апарат для вологотеплової обробки безперервної дії, розділений на секції: секцію підігріву сировини, секцію конвективного сушіння, секцію попередньої гідротермічної обробки, яка розташована між секціями СВЧ-сушіння, і секцію охолодження висушеного продукту, призначену для доведення продукту до кінцевої готовності, при цьому через корпус проходять робочі секції з продуктом, а також в залежності від типу сировини у лінії передбачено комплекс устаткування з барабанної машини з мийним блоком і багатофункціональної установки з подрібненням сировини і відділенням насіння. Перевагою лінії є її багатофункціональність та компактність, розширений асортимент чипсів. Недоліки: втрата БАР, значна питомо виробнича площа обладнання на одиницю готового продукту; нерівномірність обробки продукту СВЧ-енергією через лінійність руху секційних робочих камер через секції СВЧ-сушіння; відносно високі теплові втрати в навколишнє середовище і недостатнє використання теплового потенціалу теплоносія секції конвективного сушіння та енергії СВЧ-хвиль; дороге обладнання, що підвищує собівартість продукту.

Відома також технологія промислового виробництва яблучних чипсів [15], яка включає наступні операції: мийка яблук, видалення шкірки і серцевинки, розрізання на сегменти, замочування у апараті при температурі води 100 °С, далі розмочені яблучні сегменти сушаться на звичайних сушильних апаратах (типу К-300Е) до залишкового вологовмісту 8 %. Висушені яблука розмелюють на дробарках до фракції менше 3 мм. Розмелена суміш замочується в цукровому сиропі при температурі 60 °С. Далі замочену суміш відціджують за допомогою центрифуги і формують у вигляді пластинок чи дисків розміром в діаметрі не більше 40 мм і товщиною 2...3 мм. Сушіння чипсів здійснюється на конвективних сушарках типу К-300Е до залишкового вологовмісту 8 %. Недоліками даної технології є наявність додат-

кових операцій, таких як видалення шкірки і серцевинки; замочування у апараті при температурі води 100 °С, що призводить до видалення цукру з яблук; розмелювання на дробарках до фракції менше 3 мм; замочування у сиропі для відновлювання складу цукру; відціджування; формування чипсів та повторне сушіння. Все це потребує додаткового обладнання, часу,

суттєво збільшує енергетичні витрати на сушіння та підвищує собівартість продукту, крім того отримуваний продукт вже є штучним (за рахунок подрібнення та формування), а не натуральним. Після подрібнення, в зв'язку з високим вмістом розчинних вуглеводів у сировині, відбувається швидке комкування порошку, що ускладнює технологічний процес.



**Рис. 2.** Апаратурно-технологічна схема лінії для виробництва яблучних чипсів.

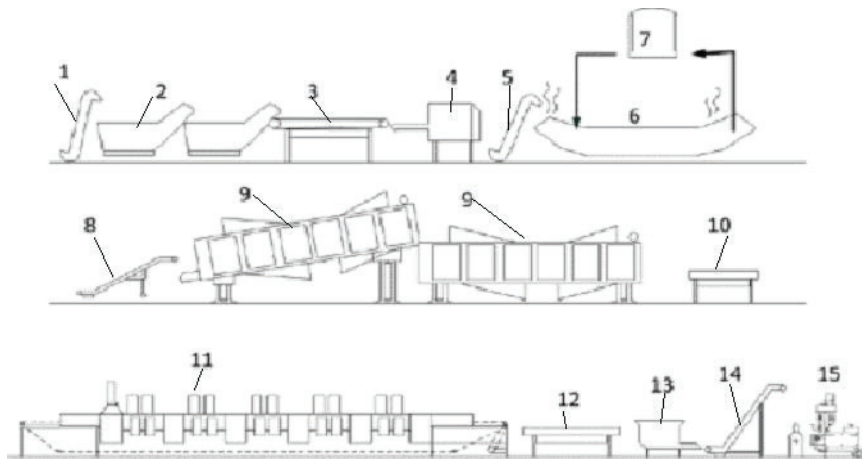
- 1 – ємність для вихідної сировини, 2 – роторний живильник з ваговим механізмом, 3 – сортувально-інспекційний транспортер, 4 – мийна машина, 5 – калібрувальна машина, 6 – орієнтатор, 7 – машина для видалення насінневого гнізда з пристроєм різання сировини на пластини, 8 – сульфітатор, 9 – комбінований торoidalний апарат, 10 – фасувально-пакувальний автомат, 11 – комплекс обладнання для гідратації сировини, секції: 12 – підігріву сировини, 13 – конвективного сушіння, 14 – попереднього СВЧ-сушіння, 15 – гідротермічної обробки, 16 – завершального СВЧ-сушіння, 17 – охолодження висушеного продукту, 18 – робочі секції з продуктом, 19 – відсіки СВЧ-блоків.

Відома також технологія отримання плодоовочевих чипсів з використанням конвективного і СВЧ-типів енергопідводу (рис. 3), [10]. Технологічна схема включає в себе сучасні машини для підготовки і різання сировини, стрічковий універсальний апарат для бланшування, однострічкову сушарку і СВЧ-фінішер. Недоліками використання СВЧ-зневоднення є дороговизна обладнання, екологічна небезпека внаслідок шкідливості впливу мікрохвильового випромінювання на людину, втрата БАР.

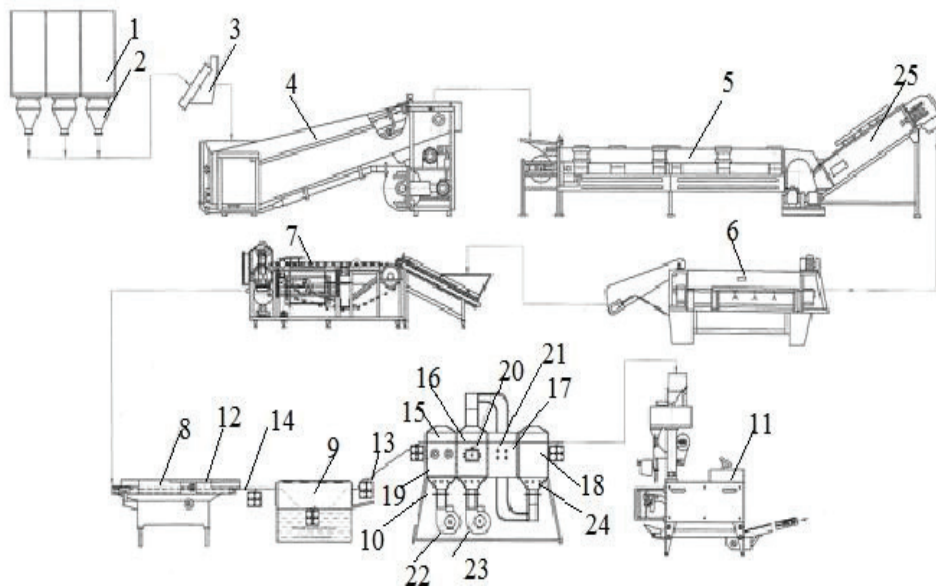
Ще відома технологія виробництва фруктових та овочевих чипсів (рис. 4), [16], яка містить мийну машину, інспекційний транспортер, калібрувач, машину для видалення насінневого гнізда і різання плодів на пластини, сульфітатор і фасувальний автомат. У лінії додатково встановлено комбінований апарат, який містить корпус, із сполученими між собою ІЧ-камерою, СВЧ-камерою, камерою для нанесення цукрового сиропу на поверхню продукту і камерою підсушування. Через всі чотири камери проходить тросовий транспортер, на який навішені сітчасті касети. Недоліком даної технології є наявність дорогого, складного, громіздкого обладнання, що збільшує матеріальні та експлуатаційні витрати виробництва, складність регулювання змінних

параметрів процесу та їх підтримка на заданому рівні. Використання сульфітів стає все більш обмеженим, тому що вони викликають алергічні реакції у більшості споживачів [3]. Запропонована технологічна лінія дозволяє підвищити якість готового продукту, усунути брак і скоротити втрати.

Для покращення ефективності процесу сушіння рослинних матеріалів при виробництві чипсів можна застосовувати шляхи підвищення ефективності процесу зневоднення. Існує два шляхи підвищення енергоефективності процесу зневоднення – попередня обробка сировини перед сушінням та інтенсифікація власне процесу сушіння [17]. До попередньої обробки сировини відносяться механічні операції (інспекція, сортування, калібровка, мийка, очищення, подрібнення) та теплові (бланшування та обсмаження). При виготовленні натуральних фруктових чипсів обсмаження не використовують, а лише бланшування. Відомо, що інтенсифікація масообміну також досягається комбінацією параметрів сушильного агента та умов зневоднення (геометричні розміри та форма зневоднювального матеріалу, його питоме навантаження, напрямок руху сушильного агента, його швидкість, вологовміст і температура) [2].



**Рис. 3. Апаратурно-технологічна схема лінії по виробництву плодоовочевих чипсів.**  
 1 – норія ковшова; 2 – мийна машина; 3 – конвеєр інспекційний; 4 – машина для різання яблук на дольки;  
 5 – похилий стрічковий конвеєр; 6 – стрічковий апарат для бланшування; 7 – котел;  
 8 – похилий конвеєр з осцилюючою розкладкою; 9 – установка сушильна універсальна;  
 10 – сортувальний стіл; 11 – установка мікрохвильового сушіння; 12 – накопичувач; 13 – вібробункер;  
 14 – конвеєр; 15 – фасувально-пакувальний автомат.



**Рис. 4. Апаратурно-технологічна схема лінії виробництва фруктових та овочевих чипсів.**  
 1 – бункер, 2 – роторний дозатор, 3 – ваги, 4 – мийна машина, 5 – транспортер,  
 6 – калібрувач, 7 – машина для видалення насіннєвого гнізда і різання плодів, 8 – орієнтатор,  
 9 – сульфитатор, 10 – апарат для теплової обробки, 11 – фасувально-пакувальний автомат, 12 – конвеєр,  
 13 – сітчасті касети, 14 – транспортер, 15, 16 – ІЧ-камери, 17 – камера для нанесення цукрового сиропу,  
 18 – камера підсушування, 19, 20 – ІЧ-лампи, 21 – розпилювальні форсунки, 22, 23 – вентилятори,  
 24 – калорифер, 25 – душовий пристрій.

Істотний вплив на інтенсивність зневоднення і економічність процесу має температура сушильного агента: чим вона вища, тим інтенсивніше проходить вологообмін та відповідно вище швидкість зневоднення. Але основною складністю і вимогою під час сушіння рослинних матеріалів до низької залишкової вологості є урахування гранично допустимих температур зневод-

нювального матеріалу. У ІТТФ НАНУ, у відділі НТПС розроблені методи уникнення перевищення температури матеріалу за допустиме значення і скорочення теплових витрат, які забезпечуються [2]:

- сушінням у режимах багатостадійного зневоднення у т.ч. високотемпературного високовологого методу із поступовою зміною параметрів сушильного агента у

відповідності із закономірностями переносу теплоти і вологи у матеріалі [2, 17];

- сушінням конденсаційним способом з використанням теплового насосу. Зниження вологовмісту відпрацьованого сушильного агента за рахунок конденсації видаленої вологи у випарнику теплового насосу, призводить до зростання масопереносу, що особливо ефективно при зневодненні термолабільних фруктових матеріалів, коли інтенсифікація процесу обмежена величиною максимально допустимої температури матеріалу [2, 18];

- сушінням у режимі конвективно-конденсаційного зневоднення відповідно з яким на початковій стадії, коли матеріал має найбільшу вологість, використовується висока температура сушильного агента, яка забезпечує інтенсивне випаровування вологи без зниження якості зневоднювального матеріалу, а на заключній, при досягненні матеріалом рівноважної з навколишнім середовищем вологості – низькотемпературний режим осушення теплоносієм, завдяки чому виключається перегрівання матеріалу і руйнування термолабільних речовин фруктової сировини [1, 2].

### Висновки

Вище розглянуті технології мають певні недоліки: наявність додаткових операцій, таких як очищення від шкірочки, центрифугування тощо; внесення додаткових сировинних компонентів для підсилення смаку готового продукту; використання складного та дорогого обладнання; режимів з багатьма змінними параметрами; температур (понад 60 °C) або низьких 40...50 °C, що погано впливає на термолабільні матеріали; відносно високі теплові втрати в навколишнє середовище і недостатнє використання теплового потенціалу теплоносія при конвективному сушінні; використання енергії СВЧ-хвиль, що призводить до втрат БАР та негативно позначається на здоров'ї людини та ін. Фруктові та овочеві чипси за рахунок внесення ароматичних спецій штучного походження втрачають природний смак; додаткові операції та обладнання збільшують витрати на виробництво, підвищують собівартість кінцевого продукту. При цьому, сушіння високоволової сировини, якими є фрукти, у зазначеному тепловому режимі (температури 40...50 °C) призводить до зростання тривалості процесу сушіння і, як наслідок, до збільшення енерговитрат, а сушіння при високих температурах до втрат корисних речовин у сировині.

Науковими розробками технологій сушіння чипсів займаються у багатьох країнах світу, проте в Україні не приділяють достатньої уваги таким дослідженням. Тому розробка власної енергоефективної теплотехнології отримання фруктових чипсів з усуненням зазначених недоліків та використанням шляхів підвищення ефективності зневоднення рослинної сировини є актуальною.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Снежкін Ю.Ф., Шанар Р.А., Гусарова Е.В. Энергоэффективный конвективно-конденсационный метод сушки в технологиях производства чипсов. // Сборник

Научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 105-летию со Дня рождения А. Н. Плановского. / М.: ФГБОУ ВО МГУДТ, 2016. Т. 2, С. 45–47.

2. Снежкін Ю.Ф., Шанар Р.О., Сорокова Н.М., Гусарова О.В. Розробка технології виробництва нових форм сушених продуктів // Промышленная теплотехника, г. Киев, 2015. Т. 37. № 6. С. 29–37.

3. Снежкін Ю.Ф. Энергоэффективные теплотехнологии производства функциональных харчових порошків / Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О., Пазюк В.М. // НАНУ, Институт технической теплофизики. – Винница: ВНАУ, 2016. – 458 с. ISBN 978-966-95981-1-0.

4. Пат. 1020110125367, Китай, МПК А23L 1/212, А23G 3/00, А23L 19/01, А23G 3/48. Producing method of eco-friendly apple chips, and the eco-friendly apple chips / Son, Seok Min, Kim, In Ho. – appl. 13.05.2010, pub. 21.11.2011. International application № 1020100044856.

5. Пат. 2363254, Российская Федерация, МПК А23L 1/212 (2006.01) Способ производства пищевого продукта из яблок / Степаненко И.А., Щеглов Н.Г., Ананьева Е.А. – 2008114405/13; заявл. 16.04.2008; опубл. 10.08.2009. Бюл. № 22.

6. Пат. KR1020150051298, Корея, МПК А23L 1/212, А23L 3/40. Method for preparing dehydrated apple chips / Choi, Gwang Cheolchoi, Ji Hyeokchoi. – appl. 02.11.2013; pub. 12.05.2015. – International application № 1020130132592.

7. Пат. WO 2002074102, А23В 7/022, А23В 7/06, А23В 7/08, А23В 7/10, А23В 7/155, А23L 1/212. Method of manufacturing diet chips of vegetables and fruits/W. Plocharski, D. Konopacka. P346508; appl. 15.03.2001; pub. 26.09.2002. – International application № PCT/P12002/000013.

8. Пат. 2301607, Российская Федерация, МПК А23L 3/00 (2006.01), А23L 1/212 (2006.01). Способ производства пищевого продукта из яблок / Пенто В.Б., Гуревич А.В. – 2006122337/13; заявл. 23.06.2006. опубл. 27.06.2007. Бюл. № 18.

9. Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Линия производства сушеных яблок, груш, моркови, тыквы и чипсов, // Вестник ВГУИТ, г. Воронеж, 2015, № 4 (66), С. 28–31, ISSN (электронный вариант): 2310-1202.

10. Разработка технологии плодоовощных чипсов: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.18.01 / А. А. Королев ; Моск. гос. ун-т технол. и упр., Москва. – Москва, 2013. – 25 с. : ил. – 9.

11. Пат. 2195824, Российская Федерация, МПК А23В 7/02 (2000.01). Способ сушки плодов и овощей / Иванов В.А., Сапунов Г.С. – № 2000116678/13, заявл. 23.06.2000; опубл. 10.01.2003. Бюл. № 1.

12. Заявка на винахід 93012800, Российская Федерация, МПК А23В 7/02 (1995.01), F26В 3/30 (1995.01). Способ производства сушеных пищевых продуктов / Кацель Р.М., Кашин Д.Н. та ін. – № 93012800/13, заявл. 11.03.1993; опубл. 27.02.1997.

13. Пат. 2520142 Российская Федерация, МПК А23L 1/212. Способ производства плодоовощных чипсов / Калашников Г.В., Литвинов Е.В. – № 2012127498/13;

заявл. 03.07.2012; опубл. 20.06.2014. Бюл. № 17.

14. Пат. WO/2010/090620, Китай, МПК A23B 7/005 (2006.01), A23B 7/02 (2006.01), A23L 1/212 (2006.01) A method of preparing apple chips / Giannini, Beau. – appl. 04.02.2009; pub. 12.08.2010. – International application № PCT/US2009/000740.

15. Шахов С.В. Технологическая схема производства яблочных чипсов [Электронный ресурс] / Шахов С.В., Матеев Е.З., Литвинов Е.В., Денисов А.М. // Электронні дані – [Матеріали конф. „Стратегические вопросы мировой науки”, 2015 р.] – Режим доступа : [http://www.rusnauka.com/6\\_SWMN\\_2015/Agricole/4\\_188377.doc.htm](http://www.rusnauka.com/6_SWMN_2015/Agricole/4_188377.doc.htm) (дата звернення 16.01.2017 р.).

16. *Научное обеспечение процесса комбинирован-*

*ной радиационно-конвективной сушки фруктовых и овощных чипсов при импульсном энергоподводе* : Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : 05.18.12 / Е. Ю. Желтоухова ; Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж, 2013. – 20 с. : ил. – 10.

17. Снежкин Ю.Ф. Энергоэффективность в процессах сушки / XIV Минский международный форум по тепло-и массообмену, 10-13 сентября 2012 г. : тезисы докладов и сообщений. – Минск: 2012, т.1, часть 2. – С. 604–607.

18. Снежкін Ю.Ф., Чалаєв Д.М., Шаврин В.С., Шапар Р.О, Хавін О.О., Дабіжа Н.О. Використання теплових насосів у процесах сушіння // Промышленная теплотехника. – 2006. – Т.28, №2. – С. 106–110.

## THE ANALYSIS OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURING FRUIT CHIPS

Shapar R.O., Husarova O.V.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine,  
Zhelyabova st., 2a, Kyiv, 03057, Ukraine.

The article describes the innovative technologies that are used in the world for the production of fruit chips, in particular apple chips. The analysis of the considered technologies is presented, the equipment, drying methods and modes that are used for the production of chips are described. The hardware-technological diagrams of the lines of the considered technologies for obtaining fruit chips are given. The main advantages and disadvantages of the methods for producing chips are also indicated. The paper suggests ways to increase the efficiency of dehydration of plant raw materials, which are developed and successfully used by the scientific staff of the ITTF NASU.

References 18, figures 4.

**Key words:** fruit, apple chips, methods of dehydration, combined methods of dehydration, drying technologies for manufacturing chips.

1. *Snezhkin Yu.F., Shapar R.A., Husarova O.V.* The energy efficient convection-condensing drying method in the technologies of manufacturing of chips. Collection of Scientific Works of the International Scientific and Technical Conference, dedicated to the 105th anniversary of A.N. Planovsky. M.: Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Moscow State University of Design and Technology, 2016. V. 2, P. 45–47. (Rus.)

2. *Snezhkin Yu.F., Shapar R.A., Sorokovaya N.N., Husarova O.V.* Development of technology for the production of new form of dried product. Industrial heat engineering, Kyiv, 2015. V. 37. № 6. P. 29–37. (Ukr.)

3. *Snezhkin Yu.F.* Energy efficient teplotehnolohiyi production of functional food powders. Snezhkin Yu.F., Petrova Zh.O., Pazuk V.M. National Academy of Sciences, Institute of Engineering Thermophysics. Vinnitsa, VNAU, 2016. 458 p. ISBN 978-966-95981-1-0. (Ukr.)

4. *Pat. 1020110125367*, China, МПК А23L 1/212, А23G 3/00, А23L 19/01, А23G 3/48. Producing method of eco-friendly apple chips, and the eco-friendly apple chips / Son, Seok Min, Kim, In Ho. Appl. 13.05.2010, pub. 21.11.2011. International application № 1020100044856. (Eng.)

5. *Pat. 2363254*, Russian Federation, МПК А23L 1/212 (2006.01) Method for the production of a food product from apples. Stepanenko I.A., Scheglov N.G., Ananyeva E.A.. 2008114405/13; appl. 16.04.2008; pub. 10.08.2009. Bul. № 22. (Rus.)

6. *Pat. KR1020150051298*, Korea, МПК А23L 1/212, А23L 3/40. Method for preparing dehydrated apple chips / Choi, Gwang Cheolchoi, Ji Hyeokchoi. Appl. 02.11.2013, pub. 12.05.2015. International application № 1020130132592. (Eng.)

7. *Pat. WO 074102*, Poland, А23L 1/212, А23B 7/022, А23B 7/08, А23B 7/06, А23B 7/10, А23B 7/155. Method

of manufacturing diet chips of vegetables and fruits. W. Plocharski, D. Konopacka. P 346508; appl. 15.03/2001; pub. 26.09.2002. International application № PCT/PL2002/000013 (Eng.)

8. *Pat. 2301607*, Russian Federation, МПК А23L 3/00 (2006.01), А23L 1/212 (2006.01). Method for the production of food from apples. Pento V.B., Gurevich A.V. – 2006122337/13, appl. 23.06.2006. pub. 27.06.2007. Bul. № 18. (Rus.)

9. *Kalashnikov G.V., Litvinov E.V.* A line for the production of dried apples, pears, carrots, pumpkins and chips, Newsletter VGUIT, Voronezh, 2015, № 4 (66), P. 28–31, ISSN 2310-1202. (Rus.)

10. *Development of the technology of fruit and vegetable chips*: The thesis abstract for the degree of Candidate of Technical Sciences: 05.18.01. A.A. Korolev. Moscow. State. Un-t-technol. and management., Moscow. Moscow, 2013. 25 c., ill. 9. (Rus.)

11. *Pat. 2195824*, Russian Federation, МПК А23B 7/02 (2000.01). Method of drying fruits and vegetables. Ivanov V.A., Sapunov G.S. № 2000116678/13, appl. 23.06.2000, pub. 10.01.2003. Bul. № 1. (Rus.)

12. *The application for invention 93012800*, Russian Federation, МПК А23B 7/02 (1995.01), F26B 3/30 (1995.01). Method of production of dried food products / Katsel R.M., Kashin D.N. No. 93012800/13, appl. 11.03.1993. Publ. 27.02.1997. (Rus.)

13. *Pat. 2520142* Russian Federation, IPC 9 А23L 1/212. Fruit-and-vegetable chips production metho / Kalashnikov G. V., Litvinov E. V. № 2012127498/13 appl.03.07.2012; pub. 20.06.2014. Bull. № 17. (Rus.)

14. *Пат. WO/2010/090620*, China, IPC А23B 7/005 (2006.01), А23B 7/02 (2006.01), А23L 1/212 (2006.01) A method of preparing apple chips. Giannini, Beau, appl. 04.02.2009; pub. 12.08.2010. International application № PCT/US2009/000740. (Eng.)

15. *Shakhov S.V.* Technological scheme of production of apple chips [Electronic resource]. Shakhov S.V., Mateev E.Z., Litvinov E.V., Denisov A.M. Electronic data [Conference proceedings. "Strategic issues of world science", 2015.]. Access mode: [http://www.rusnauka.com/6\\_SWMN\\_2015/Agricole/4\\_188377.doc.htm](http://www.rusnauka.com/6_SWMN_2015/Agricole/4_188377.doc.htm) (date 16.01.2017). (Rus.)

16. *Scientific support of the process of combined radiation-convective drying of fruit and vegetable chips with pulsed energy supply*. The thesis abstract for the degree of Candidate of Technical Sciences: 05.18.12. E. Y. Zheltoyhova; Voronezh. state. univ. eng. technol. Voronezh, 2013. 20 c., il. 10. (Rus.)

17. *Snezhkin Y.F.* Energy efficiency in the drying process / XIV Minskij International Forum on heat and mass transfer, 10 – 13 september 2012: Abstracts and reports. Minsk: 2012, Vol.1, part. 2. P. 604 – 607. (Rus.)

18. *Snezhkin Y.F., Chalaev D.M., Shavrin V.S., Shapar R.A., Havin O.O., Dabizha N.A.* Use of heat pumps in drying processes. Industrial heat engineering. 2006. Vol. 28, №2. P. 106 – 110. (Ukr.)

Получено  
Received