

ЗУБКОВА КАТЕРИНАХерсонський національний технічний університет
<https://orcid.org/0000-0002-8672-0855>
Ekaterina_zubkova@ukr.net**СТОЯНОВА ОЛЬГА**Херсонський національний технічний університет
<https://orcid.org/0000-0002-6479-5936>
stoyanova.olga@ukr.net**ШЕРСТЮК ВОЛОДИМИР**Херсонський національний технічний університет
<https://orcid.org/0000-0002-9096-2582>
vgsherstyuk@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СУШІННЯ ТОМАТНОЇ ПАСТИ ТА КОНТРОЛЮ БЕЗПЕЧНОСТІ ЗГІДНО З ПРИНЦИПАМИ НАССР

Сушіння фруктів та овочів – це процес, під час якого видалення вологи зупиняє діяльність мікроорганізмів, що викликають псування, а також діяльність ферментів, зберігаючи, таким чином, структуру, органолептичні характеристики та поживну цінність вихідного матеріалу. Умови сушіння та подрібнення при обробці порошків сильно впливають на якісні характеристики готового продукту. Забезпечення якості овочевих порошків потребує постійного вдосконалення відповідних технологій сушіння, що дозволять значною мірою зменшити тривалість обробки та підвищити якість готового продукту.

У роботі запропоновано технологічну схему сушіння томатної пасты методом розпилення для отримання порошку з покращеними споживчими властивостями, за рахунок збереження вітамінів, цінних макро- і мікроелементів. Наведено блок-схему контролю технологічного процесу виробництва та план НАССР (аналізу і управління небезпечними чинниками) порошку із томатної пасты з встановленням на ній контрольних та контрольно-критичних точок, що дозволяють у повному обсязі постійно здійснювати контроль всього процесу виробництва безпечного харчового продукту згідно з принципами НАССР.

Ключові слова: томатна паста; томатний порошок; сушіння; НАССР; контрольні критичні точки; сухі речовини.

ZUBKOVA KATERYNA, STOYANOVA OLHA, SHERSTIUK VOLODYMYR
Kherson National Technical University

STUDY OF THE TECHNOLOGICAL SCHEME OF TOMATO PASTE DRYING AND SAFETY CONTROL ACCORDING TO THE PRINCIPLES OF HACCP

Drying fruits and vegetables is a process in which the removal of moisture stops the activity of microorganisms that cause spoilage, as well as the activity of enzymes, thus preserving the structure, organoleptic characteristics and nutritional value of the raw material. The conditions of drying and grinding during processing of powders strongly influence the qualitative characteristics of biological materials. Ensuring the quality of vegetable powders requires constant improvement of appropriate drying technologies, which will allow to significantly reduce the duration of processing and improve the quality of the finished product. Solving the problem of tomato powder production is possible by improving the technological scheme and drying by spraying. The main advantage of a vacuum-type dryer is the high quality of the finished product when drying heat-sensitive, easily oxidized raw materials.

The paper proposes a technological scheme for drying tomato paste by the spray method to obtain a powder with improved consumption properties, due to the preservation of vitamins, valuable macro- and microelements. A block diagram of the control of the manufacturing process and the HACCP plan (analysis and control of hazardous factors) of tomato paste powder with the establishment of control and control-critical points on it are given, which allow to fully control the entire process of the production of a safe food product in accordance with the principles of HACCP. The main advantage of a vacuum-type dryer is the high quality of the finished product. Dehydration of tomato paste granules, taking into account the maximum preservation of valuable nutrients in the product at different coolant temperatures, led to the high quality of the finished product.

Keywords: tomato paste; tomato powder; drying; HACCP; control critical points; dry matter.

Постановка проблеми

Томатний порошок – порошкоподібний концентрат томатної пасты, який використовується як харчова добавка в кулінарії для надання стравам характерного запаху та кольору. Розробка технології сушеної харчової продукції з овочевої сировини, використання її у складі інших продуктів харчування відкриває великі можливості для розвитку напрямку виробництва органічної продукції тривалого зберігання на Україні та за її межами [1]. Значний вплив на якість отримуваних органічних овочевих порошків чинить безпосередньо конструктивно-технологічна складова [2]. Сучасними способами виробництва овочевих порошків є сублимаційна сушка та сушка розпиленням [3]. Ліофілізаційне сушіння вважається найефективнішим у збереженні поживних речовин у порошкоподібних продуктах, але його промислового застосування перешкоджають високі витрати на обладнання та високе енергоспоживання, а також низька продуктивність. Забезпечення якості овочевих порошків потребує постійного вдосконалення відповідних технологій сушіння, що дозволять значною мірою зменшити тривалість обробки. Разом з тим, в сучасних технологіях відсутні рекомендації з сушіння томатної пасты без додавання домішок (з погляду енергозбереження). Розв'язання проблеми виробництва томатного порошку можливе шляхом вдосконалення технологічної схеми та сушіння методом розпилювання.

Аналіз останніх джерел

В роботі [4] наведено огляд різних способів сушіння плодоовочевої сировини, а також проаналізовано вплив процесів подрібнення на загальну якість фруктових та овочевих порошоків. Вважаємо, застосування способу чергування процесів подрібнення та сушіння є недоцільним, в зв'язку з високими витратами енергії та складністю проведення технологічного процесу.

Останнім часом все більше уваги приділяється вдосконаленню способу сушіння овочевих пасти з додаванням додаткових інгредієнтів. Відомий спосіб [5] одержання томатного порошку, коли із приготовленої пасти випаровують вологу в теплообмінних апаратах до вмісту сухих речовин 14...16 %, потім змішують з крохмалем, підігрівають до температури клейстеризації крохмалю, проводять процес сушіння, подрібнення, сепарації, фасують та пакують. Доданий у томатну пасту крохмаль знижує прилипання суміші до поверхні сушіння. Одержаний таким способом томатний порошок з крохмалем має обмежене застосування в продуктах харчування, де крохмаль зайвий, а при відновленні порошку він гідролізується, утворюються гелеподібні речовини, які викликають помутніння, що знижує якість томатного порошку при відновленні. Також, недоліком контактних сушарок є обмеження температури гріючої поверхні.

Науковці пропонують спосіб одержання томатного порошку з добавкою [6], який включає процеси змішування компонентів, гранулювання, багатоступінчасте сушіння, подрібнення та розпилювання сушеного продукту, який відрізняється тим, що томатну пасту перед гранулюванням змішують з морквяним порошком до досягнення сумішню вологості 47-53%. Даний спосіб потребує додаткової сушеної сировини (моркви), що значно збільшує вартість готового продукту. Разом з тим, даний спосіб є енергоємним, так як велика кількість енергії витрачається на перетирання вихідної сировини, нагрівання сушильного агента, а використання для сушіння гарячого повітря призводить до значних втрат корисних речовин при отриманні даних порошоків.

В роботі [7] автори досліджують стабільність лікопіну під час розпилювального сушіння м'якоти томатів, вплив умов сушіння на вміст лікопіну в томатному порошокі. Лікопін є основним пігментом, який міститься в помідорах, і він важливий не лише через колір, який він надає, але й через визнану користь для здоров'я, пов'язану з його присутністю. Деградація лікопіну впливає не тільки на привабливий колір кінцевих продуктів, але й на їх поживну цінність. Множинний регресійний аналіз був використаний для розробки прогнозного рівняння для остаточного вмісту лікопіну під час сушіння розпиленням. Зменшення вмісту лікопіну, про яке повідомляється тут, було спричинене фактичним розкладанням лікопіну, а не прогресивним перетворенням повністю транс-лікопіну в менш сильно забарвлену та менш інтенсивно поглинаючу *cis*-форму. Такий спосіб забезпечує одержання порошоків із рослинної сировини із заданою дисперсністю, не відбувається комкування в процесі тривалого зберігання з максимальним збереженням у кінцевому продукті вітамінного складу та органолептичних властивостей рослинної сировини.

В роботі [8] підсумовуються сучасні тенденції сушіння фруктових і овочевих соків методом розпилення та нові розробки. Застосування ультразвукової техніки під час розпилення, вакуумної сушильної камери з контрольованою атмосферою та подачі осушеного повітря в сушильну камеру сушарки помітно підвищили потенціал технології сушінням. Ці досягнення сприятимуть подальшому вдосконаленню досліджень сушіння фруктових і овочевих соків за допомогою традиційних підходів, а також модифікованих методів сушіння розпиленням.

В роботі [9], автори провели аналіз якості томатного порошку, отриманого за чотирма технологіями кондуктивного сушіння, а саме вакуумну барабанну сушарку, барабанну сушарку, тонкоплівкову сушарку з перемішуванням і рефрактометричну сушарку. Науковці показали, що методи сушіння сильно вплинули на кінцеву морфологію порошку. Це дослідження можна вважати відправною точкою для вибору технологій кондуктивного сушіння для ефективного виробництва високоякісних томатних порошоків та інших овочевих порошоків. Проте використання кондуктивного способу є відносно повільним процесом для сушіння концентрованого томатного пюре, і тому має обмеження щодо потужності, а також збільшення часу теплової обробки має негативний вплив на сенсорні показники готового томатного порошку.

Вітчизняними вченими [10] проведені теоретичні та експериментальні дослідження, які дозволили одержати емпіричні співвідношення, необхідні для інженерного розрахунку конструктивних особливостей сушарки із псевдозрідженим шаром інертного носія для сушіння дисперсних харчових продуктів. У процесі дослідження розроблено конструкцію промислової сушильної установки безперервної дії для сушіння вичавок ядра волоського горіху, арахісу та фісташок. Запропонований у роботі спосіб сушіння має низку переваг над іншими способами, основними з яких є зниження енерговитрат і підвищення якості готової продукції. Але для томатних продуктів немає експериментальних даних.

Перспективним напрямком можна вважати технологію спреї-сублімаційного сушіння виморожуванням [11], яка дозволяє зберегти структуру продукту та біологічно активні речовини (БАР). Дослідження науковців доводять, що використати конвективний спосіб сушіння томатної пасти без добавок неможливо, так як адгезійні властивості при стиканні її з матеріалом сушильної поверхні мають негативну якість, висушений продукт прилипає до поверхні і важко його відокремити, подрібнити та просіяти, що впливає на якість одержаного продукту.

Таким чином, аналізуючи сучасні дослідження науковців щодо способів сушіння пюреподібних

продуктів, авторами прийнято рішення дослідити технологію сушіння томатної пасты (30% сухих речовин) методом розпилення. Сушка розпиленням є найбільш економічною технікою, яка підтримує якість шляхом швидкого зневоднення. Даний метод забезпечує велику площу поверхні у вигляді дрібних крапель рідини шляхом розпилення в сушильній камері, що призводить до виробництва частинок порошку правильної та сферичної форми.

Метою дослідження є дослідження технологічної схеми сушіння томатної пасты методом розпилення для отримання порошку з покращеними споживними властивостями, за рахунок збереження вітамінів, цінних макро- і мікроелементів. Відповідно до мети досліджень було поставлено та вирішено наступні завдання: 1) розроблення технологічної схеми сушіння томатної пасты (30% сухих речовин); 2) дослідження режимів сушіння методом розпилення; 3) дослідження якості готового сушеного продукту і безпечності згідно системи НАССР.

Предметом дослідження є томатна паста (30% сухих речовин) вищого гатунку (без солі) асептичного консервування, ТОВ «АгроФьюжен» (м. Гола Пристань, Херсонська обл.): сушений томатний порошок (готова продукція). Об'єктом дослідження є технологічні режими сушіння.

Для вирішення завдань застосовувались методи наукового дослідження: логічного узагальнення та абстрагування (теоретичні узагальнення, формулювання висновків); системного підходу, методу аналізу і синтезу; порівняльний аналіз; структурний аналіз. Для дослідження якості напівфабрикату (томатної пасты) і готового продукту (сушеного томатного порошку) застосовувалися стандартні загальноприйняті біохімічні, фізико-хімічні та органолептичні методи дослідження.

Виклад основного матеріалу

Сировиною для сушіння є томатна паста (30% сухих речовин) асептичного консервування. Для виробництва томатної пасты використовують свіжі томати за ДСТУ3246-95 [17]. Для виробництва сушеної томатної пасты запропоновано спосіб сушіння розпилюванням томатної пасты (30% сухих речовин) асептичного консервування, яка виготовлена за технологією Hot break. Під терміном Hot break розуміють процес подрібнення томатів при високій температурі від 85 до 90°C. Продукт, який виготовлений способом Hot break більш в'язкий та густий, має в'язкість від 3,5 до 6,0 см/30с. Томатку пасту (Hot break) у подальшому використовують для виробництва кетчупів та соусів, така в'язкість пасты гарантує значне зменшення рецептурної кількості крохмалю у томатопродуктах. Процедура, що збільшує в'язкість завдяки високій температурі, називається ензимаційною інактивацією, зменшує ризик появи синерезису (відділення рідинної частини продукту від його волокнистої частини).

Для виробництва сухого порошку проведені дослідження томатної пасты (30% сухих речовин) за органолептичними і фізико-хімічними показниками, які наведені в таблиці 1 і 2.

Таблиця 1

Органолептичні показники

Найменування показника	Характеристика томатної пасты
Зовнішній вигляд	Однорідна концентрована маса, без темних включень, залишків шкірки, насіння та інших грубих частинок плодів.
Смак та запах	Концентрованої томатної пасты, без гіркоти, пригару та інших сторонніх присмаку та запаху
Колір	Червоний, помаранчево-червоний або малиново-червоний, рівномірний по всій масі

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники

Найменування показника, %	Томатна паста
Масова частка сухих речовин (без хлоридів)	30
Хлориди	2,5
Домішки рослинного походження	Не допускаються
Частка мінеральних домішок	0,023
Сторонні домішки	Не допускаються

Технологічна схема включає такі процеси: зберігання в асептичних умовах (велика тара); розтарювання; інспекція; підігрівання до 80 °С; сушіння; фасування; вакуумування; зберігання.

Опис технологічної схеми: за допомогою спеціального пристрою томатна паста асептичного консервування вивантажується з бочок в ємність. Далі томатну пасту направляють в кожухотрубчастий підігрівач для нагрівання до 80 °С. Після підігрівання томатна паста подається в вакуумно-розпилювальну сушарку. Готовий сушений томатний порошок фасується на дозувально-фасувальному комплексі для порошоків. Зберігати томатний порошок потрібно в герметичній тарі, у місцях без доступу вологи, так як продукт має високу гігроскопічність. Про псування свідчить втрата кольору, набуття сторонніх запахів, поява цвілі, утворення грудочок.

Основна перевага сушильної установки вакуумного типу – висока якість готового продукту при сушінні сировини, чутливої до нагрівання, що легко окислюється. За рахунок зниженого тиску в сушильній камері кипіння води відбувається за більш низької температури, як наслідок швидкість зневоднення збільшується. Фізичні властивості порошкоподібного продукту, тобто вміст вологи, насипна щільність і розмір частинок, суттєво залежать від температури сушіння та тепло агента [13]. Найбільш важливими факторами при сушінні методом розпилення є температура на вході та носій. Висока температура сушіння пошкоджує чутливі біологічно активні сполуки, носій захищає такі сполуки, а інші фактори, залучені до сушіння розпиленням, впливають на фізико-хімічні та мікроструктурні властивості продукту [14,15].

Процес сушіння методом розпилення дозволяє видалити вологу з початкового значення $W_1=70\%$ до $W_2=7-9\%$, запобігти злипанню рослинних матеріалів. Перший етап процесу сушіння дозволяє видалити поверхневу вологу (видалення вологи $W_1=70\%$ до $W_2=38\%$), запобігти злипанню рослинних матеріалів. На другому етапі інтенсифікується зовнішній і внутрішній тепло- і масообмін, скорочується тривалість процесу і виключається перегрівання сировини не тільки в першому періоді сушіння, але і після видалення вільної вологи (видалення вологи $W_3=38\%$ до $W_4=7-9\%$) в розпилювальній сушарці.

Обезводнювання гранул томатної пасти з врахуванням максимального збереження цінних поживних речовин у продукті за різними температурами теплоносія привело до результатів, які наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Показники	Томатна паста
1. Вологість, % :	
початкова	70
кінцева	7-9
2. Температура повітря, °C :	
На вході	від 170 °C до 185 °C
на виході	від 90 °C до 92 °C
швидкість подачі продукту, л/год	4,0-5,0
Вихід готового продукту, %	15

За експериментальними дослідженнями отримані дані вологовмісту (кг/ кг) в залежності від тривалості сушіння для томатної пасти з підігріванням (до 80 °C перед сушінням) і без підігрівання (рисунок 1). Швидкість сушіння (до 6,5 хв) обґрунтовує доцільність процесу підігрівання томатної пасти перед процесом сушіння.

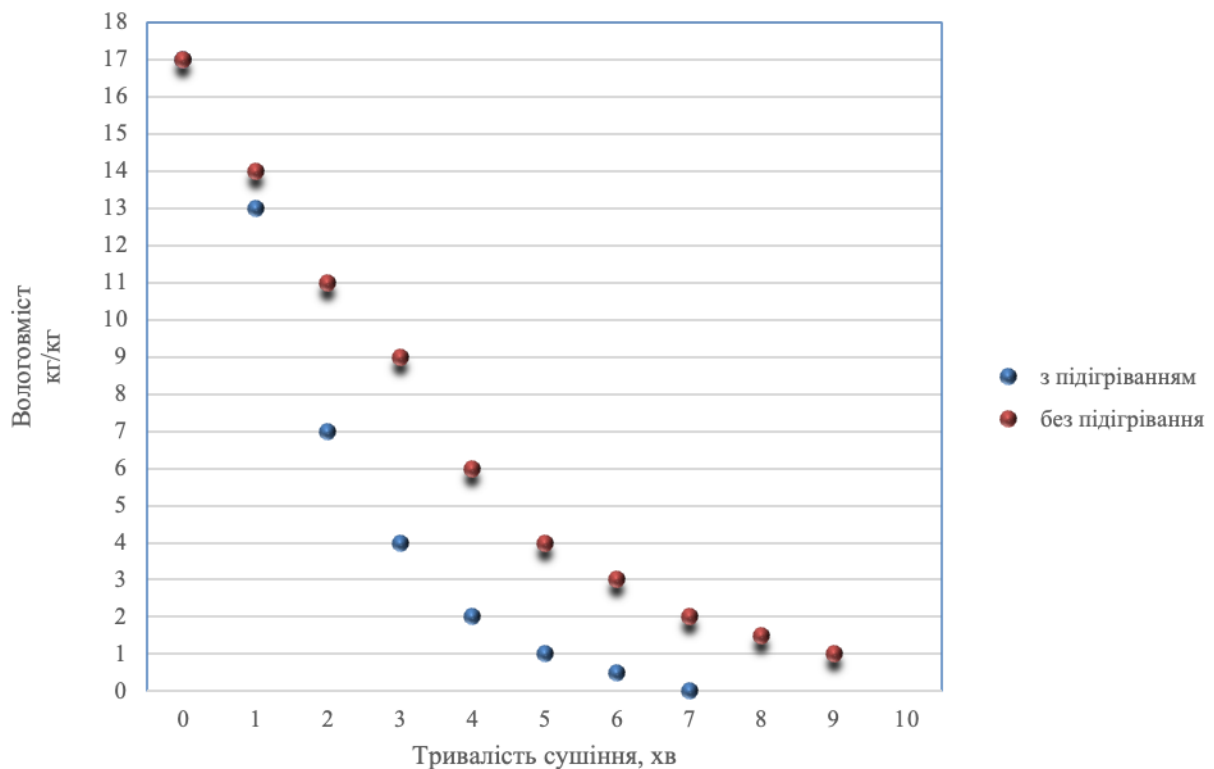


Рис. 1. Зміна вмісту вологи томатного порошку у процесі сушіння:
1 – з підігріванням, 2 – без підігрівання

Згідно розробленої технологічної схеми, було проведено аналіз небезпек на кожному етапі, які є значущими для споживачів і можуть з великою часткою ймовірності принести їм шкоду або викликати захворювання, якщо ці небезпеки не контролюються і не виправляються. Критичні контрольні точки розташовуються в тих місцях процесів, де появу небезпеки може бути припинено, або створює загрозу яку можна усунути, або вона може бути знижена до прийняттого рівня. Системи безпеки харчових продуктів засновані на принципах НАССР. Застосування цих принципів дозволяє ідентифікувати небезпеки та керувати ними, до того як вони створять загрозу споживачам харчової продукції. Система НАССР у всіх промислово розвинених країнах є найбільш ефективною системою, здатною довести безпеку виробленої продукції [16,17].

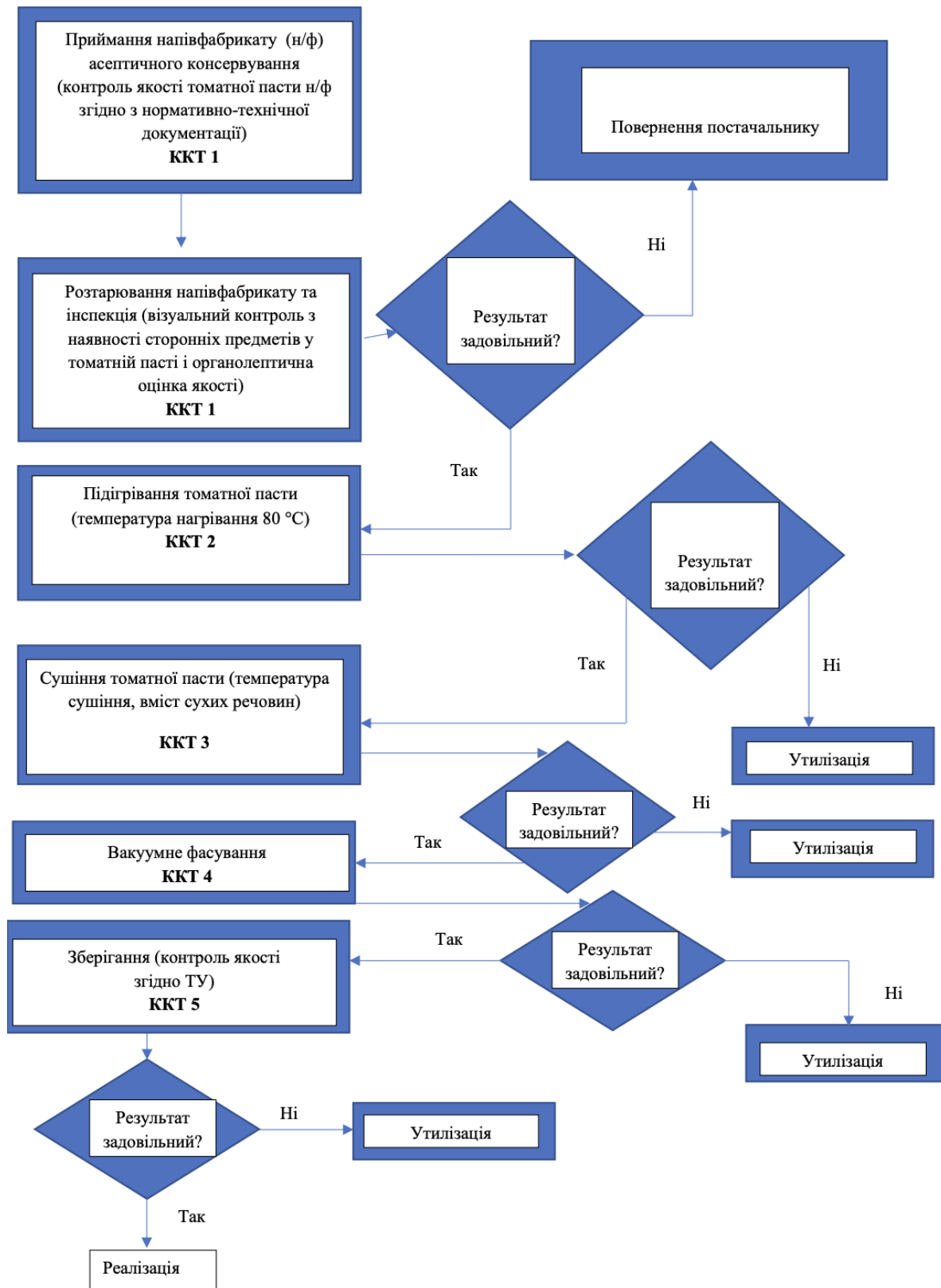


Рис. 2. Блок-схема процесу виробництва порошку з томатної пасты (етапи і контрольні критичні точки)

В Україні вимоги щодо розробки та впровадження систем управління безпечністю харчової продукції за принципами НАССР задекларовані ДСТУ 4161-2003 «Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги» та ДСТУ ISO 22000:2019 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі».

На підставі пункту 2 частини 2 ст. 20 Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечністі та якості харчових продуктів» (№ 771/97- ВР від 23.12.1997 року, зі змінами та доповненнями), особи, які займаються виробництвом або введенням в обіг харчових продуктів, повинні застосовувати системи НАССР та/або інші системи забезпечення безпечністі та якості під час виробництва та обігу харчових продуктів.

Впровадження системи НАССР у виробництві порошку із томатної пасти дозволить отримати гарантію безпечністі даного виду продукту.

На основі наведеної блок-схеми процесу виробництва порошку з томатної пасти розроблено план аналізу і управління небезпечними чинниками згідно представлених ККТ.

Таблиця 4

План НАССР (аналізу і управління небезпечними чинниками)

№ ККТ	Критичні межі	Моніторинг – процедури та періодичність проведення	Протоколи НАССР	Верифікація – процедури та періодичність проведення	Коригувальні дії
1	2	3	4	5	6
ККТ 1 Приймання і розтарювання напівфабрикату асептичного консервування (томатної пасти)	Кожну партію повинен супроводжувати сертифікат постачальника, що підтверджує відповідність продукту вимогам нормативно-технічної документації	Приймальники перевіряють кожную партію на предмет наявності сертифіката.	Журнал приймання Журнал коригувальних дій	Кожну партію контролер якості повинен запитувати у компанії-постачальників сертифікати.	Продукт без сертифікату не приймається. Якщо постачальник не витримує стандартів, йому буде відмовлено в співробітництві доти, доки його продукт не буде відповідати стандартам.
ККТ 2 Підігрівання томатної пасти	Температура нагрівання - 80 °С. Тривалість і температура повинні бути достатніми для надання продукту більш рідкої консистенції і пришвидшення подальшого процесу висушування.	Контролер з якості проводить моніторинг параметрів часу/температури для підтвердження досягнення критичних меж. Постійна реєстрація температур для кожної партії, із зазначенням ПІБ відповідальної особи	Журнал часу/температур Таблиця реєстрації температур Журнал температур продукту Журнал калібрування термометра Журнал коригувальних дій	Начальник відділу з контролю якості 1 раз у зміну проводить спостереження за тим, як контролер якості здійснює моніторинг. Начальник відділу технічного обслуговування перевіряє точність таблиці реєстрації температур 1 раз у зміну. Контролер якості щодня перевіряє точність всіх термометрів, що використовуються для моніторингу та верифікації і, за необхідності, їх калібрує.	Контролер якості відсортовує та утримує пошкоджений продукт. Головний технолог дає рекомендації щодо рівня невідповідності продукту; на підставі його рекомендації, продукт піддають повторній обробці або визнаний бракованим. Контролер якості визначає причину відхилення та приймає запобіжні заходи, щоб попередити повторення ситуації. Фахівець із технічного обслуговування перевіряє роботу підігрівача і, за необхідності, проводить його налагодження.
ККТ 3 Сушіння томатної пасти	Тривалість і температура повинні бути достатніми для збереження органолептичних	Контролер якості проводить моніторинг параметрів часу/температур для підтвердження	Журнал часу/температур/вмісту сухих речовин. Таблиця реєстрації	Начальник відділу з контролю якості 1 раз у зміну проводить спостереження за тим, як контролер	Контролер якості відсортовує та утримує пошкоджений продукт. Контролер якості повинен пересвідчитись, що причина

	показників якості та для досягнення вмісту сухих речовин 91-93%.	досягнення критичних меж. Контролю вмісту сухих речовин. Постійна реєстрація температур і зміни вмісту сухих речовин для кожної партії, із зазначенням ПІБ відповідальної особи. Наприкінці висушування контролер якості повинен виміряти і зафіксувати вміст сухих речовин у готовому продукті. Також зазначається часовий проміжок при зміні вмісту сухих речовин.	температур. Журнал температур продукту, вмісту сухих речовин. Журнал калібрування термометра, рефрактометра. Журнал Корегувальних дій.	якості здійснює моніторинг. Начальник відділу технічного обслуговування перевіряє точність таблиці реєстрації температур 1 раз у зміну. Контролер якості щодня перевіряє точність всіх термометрів, рефрактометрів, що використовуються для моніторингу та верифікації, і, за необхідності, їх калібрує.	невідповідності виявлена, і, що продукт було повторно оброблено або відбраковано у відповідності з рекомендацією головного технолога. Перевіряють роботу сушильного апарату та графік планового ремонту, за необхідності, відкореговують. Якщо в ході використовуються корегувальних дій було виявлено холодні місця, їх визначають для проведення постійного моніторингу, а перед випуском кожної партії готового продукту буде перевірятися їх температура.
ККТ 4 Вакуум-не фасування	Тиск при вакуумуванні продукту, щільність пакування, наявність сторонніх домішок.	Візуальний контроль якості пакування і вмісту сторонніх домішок	Журнал виявлення сторонніх домішок Журнал Корегувальних дій.	Контролер якості спостерігає за тим, як персонал пакувального цеху проводить візуальний огляд; контролер якості перевіряє протоколи в журналі.	У випадку виявлення сторонніх домішок, весь продукт утримується для проведення перевірки за допомогою металодетектора. Необхідно встановити причину відхилення і здійснити запобіжні заходи для попередження повторення даної ситуації.
ККТ 5 Зберігання готового продукту	Температура в приміщенні для зберігання готового продукту не перевищує 25° С, вологість – більше 75%.	Співробітники відділу технічного обслуговування проводять моніторинг температур у приміщенні для зберігання готового продукту кожні 8 годин і реєструють його результати.	Журнал температур у приміщенні. Журнал калібрування термометра. Журнал коригувальних дій.	Начальник відділу технічного обслуговування один раз у зміну перевіряє точність вимірювання температур, зазначених у Журналі температур у приміщенні. Контролер якості щодня перевіряє точність всіх термометрів, що використовуються для моніторингу та верифікації і, за необхідності, їх калібрує. Контролер якості один раз у зміну контролює, як співробітники відділу технічного обслуговування перевіряють приміщення для зберігання	Якщо мало місце відхилення від критичної межі, будуть розпочаті наступні коригувальні дії: 1. Виявити і усунути причину підвищення температури (якщо температура піднялась більше ніж на 4°С). 2. Моніторинг ККТ необхідно проводити щогодини, щоб переконатися в тому, що ККТ перебуває під контролем. 3. Коли буде виявлена причина відхилення, необхідно вжити запобіжні заходи для попередження повторення ситуації. Наприклад, якщо причина - несправність устаткування, то програму планово-попереджувального ремонту потрібно вивчити і, за

				готового продукту.	необхідності, переглянути. 4. Якщо температура в приміщенні перевищує критичну межу, головний технолог проводить оцінку відхилення часу/температурі для перевірки того, чи достатня наявна температура для перешкоджання розвитку патогенних мікроорганізмів перед відвантаженням.
--	--	--	--	--------------------	---

Висновки

Технологічна схема передбачає підігрівання томатної пасти до 80 °С, що дозволяє зменшити час сушіння продукту та знизити енерговитрати.

Проведення процесу сушіння методом розпилення забезпечує зниження вологості томатної пасти з 70% до 7-9 %, підвищення концентрації лікопіну в сушеному продукті (порошку) з 5 до 10–15 мг% та збереження харчової цінності та органолептичних властивостей порошоків.

Використання нового енергоощадного обладнання забезпечить збереження початкових властивостей сировини (напівфабрикату) та надасть конкурентоспроможності готовій продукції. В свою чергу, це забезпечить термічну і стабілізуючу дію процесу та енергоефективність технологічного обладнання, що дозволить отримати високоякісний готовий продукт.

Розроблена блок-схема контролю технологічного процесу виробництва та план HACCP (аналізу і управління небезпечними чинниками) порошку із томатної пасти з встановленням на ній контрольних та контрольно-критичних точок (всього встановлено 5 ККТ), дозволяють у повному обсязі постійно здійснювати контроль всього процесу виробництва безпечного харчового продукту згідно принципів HACCP.

Наступні дослідження потребують вивчення впливу технологічних режимів сушіння на вміст лікопіну в готовому сухому продукті, на визначення втрат лікопіну в залежності від температури на вході в сушильний апарат.

Література

1. Пилипенко О. Є. Розвиток харчової промисловості України. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2017. № 23 (3). С. 15–25.
2. Jiang H., Adhikar B. Fruit and vegetable powders. Handbook of Food Powders. Processes and Properties. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2013. P. 532-552. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857098672.3.532>
3. Mella C., Vega-Gálvez A., Uribeac E., Pastena A., Mejias N., Quispe-Fuentes I. Impact of vacuum drying on drying characteristics and functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*). Applied Food Research. Volume 2, Issue 1. 2022. P. 100-120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100120>
4. Céleste Karam M., Petit J., Zimmer D., Baudelaire E. Djantou, Scher J. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders. Journal of Food Engineering. V. 188. 2016. P. 32-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.05.001>
5. Kiptelaya L., Zagorulko A. Improvement of equipment for manufacture of vegetable convenience foods. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2015. № 2 (10 (74)). С. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39455>
6. Патент на винахід № 30756 України. МПК А23В7/02. Спосіб одержання томатного порошку / Снежкін Ю.Ф., Хавін О.О., Шапар Р.О., Макарова С.І., Дабіжа Н.О. ; заявний і патентовласник Інститут технічної теплофізики національної академії наук України. № а 98052256; заяв. 04.05.1998; опуб. 15.12.2000, Бюл. № 7.
7. Goula A. M., Adamopoulos K. G. Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. LWT-Food Science and Technology. 2005. T. 38. №. 5. С. 479-487.
8. Rezaul M., Shishir I., Chen W. Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. Trends in Food Science & Technology. 2017. V. 65. P. 49-67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.006>
9. Jun Qiua, Parag Acharyab, Doris M., Jacobsb Remko M., Boom aMaarten, Schutysera A.I. A systematic analysis on tomato powder quality prepared by four conductive drying technologies. Innovative Food Science & Emerging Technologies. Volume 54, 2019, Pages 103-112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.03.013>

10. Sabadash S., Savchenko-Pererva M., Radchuk O. Design development of a continuous industrial drying plant for drying pomace of walnuts, peanuts and pistachios. *Technology Audit and Production Reserves*. 2019. № 6/1(50). P. 32-35.
11. Younis M., Abdelkarim D., Zein El-Abdein, Saudi A. Kinetics and mathematical modeling of infrared thin-layer drying of garlic slices. *Journal of Biological Sciences*. 2018. № 25(2). P. 332–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.06.01>
12. Burdo O., Bezbakh I., Kepin N., Zykov A., Yarovy I., Gavrilo A., Bandura V., Mazurenko I. Studying the operation of innovative equipment for thermomechanical treatment and dehydration of food raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 5/11(101). С. 24–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178937> (дата звернення: 14.10.2022).
13. Панасюк С.Г., Лисик О.В. Дослідження впливу температури та методів попередньої обробки сировини на процес сушіння. *Сільськогосподарські машини*. 2014. Вип. 27. С. 85–89.
14. Потапов В.О., Гриценко О.Ю. Аналіз енергоефективності процесу сушіння в тепломасообмінному модулі за умови підвищеного тиску. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2014. № 1. С. 133–141.
15. Контролюємо безпечність продуктів за системою HACCP. URL: <https://www.pedrada.com.ua/article/2674-kontrolyumo-bezpechnst-produktv-za-sistemoyu-nassr-pro-stare-po-novomu>
16. Сім принципів HACCP при розгортанні системи. URL: <https://certificant.org/uk/sim-principiv-haccp-pri-rozgartanni-sistemi/>

References

1. Development of the food industry of Ukraine. *Scientific works of the National University of Food Technologies*. 2017. № 23 (3). P. 15-25.
2. Jiang H., Adhikar B. Fruit and vegetable powders. *Handbook of Food Powders*. Processes and Properties. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2013. P. 532-552. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857098672.3.532>
3. Mella C., Vega-Gálvez A., Uribeac E., Pastena A., Mejias N., Quispe-Fuentes I. Impact of vacuum drying on drying characteristics and functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*). *Applied Food Research*. Volume 2, Issue 1. 2022. P. 100-120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100120>
4. Céleste Karam M., Petit J., Zimmer D., Baudelaire E. Djantou, Scher J. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders. *Journal of Food Engineering*. V. 188. 2016. P. 32-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.05.001>
5. Kiptelaya L., Zagorulko A. Improvement of equipment for manufacture of vegetable convenience foods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2015. № 2 (10 (74)). С. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39455>
6. Snezhkin Y.F., Khavin O.O., Shapar R.O., Makarova S.I., Dabizh N.O. Patent for invention No. 30756 of Ukraine. IPC A23B7/02. Method for obtaining tomato powder; applicant and patentee Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine. No. a 98052256; declared. 04.05.1998; pub. 15.12.2000, Bulletin No. 7.
7. Goula A. M., Adamopoulos K. G. Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. *LWT-Food Science and Technology*. 2005. T. 38. №. 5. С. 479-487.
8. Rezaul M., Shishir I., Chen W. Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. *Trends in Food Science & Technology*. 2017. V. 65. P. 49-67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.006>
9. Jun Qiu, Parag Acharyab, Doris M., Jacobs Remko M., Boom aMaarten, Schutysera A.I. A systematic analysis on tomato powder quality prepared by four conductive drying technologies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. Volume 54, 2019, Pages 103-112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.03.013>
10. Sabadash S., Savchenko-Pererva M., Radchuk O. Design development of a continuous industrial drying plant for drying pomace of walnuts, peanuts and pistachios. *Technology Audit and Production Reserves*. 2019. № 6/1(50). P. 32-35.
11. Younis M., Abdelkarim D., Zein El-Abdein, Saudi A. Kinetics and mathematical modeling of infrared thin-layer drying of garlic slices. *Journal of Biological Sciences*. 2018. № 25(2). P. 332–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.06.01>
12. Burdo O., Bezbakh I., Kepin N., Zykov A., Yarovy I., Gavrilo A., Bandura V., Mazurenko I. Studying the operation of innovative equipment for thermomechanical treatment and dehydration of food raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. № 5/11(101). С. 24–32. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178937> (дата звернення: 14.10.2022).
13. Panasiuk S.G., Lysyk O.V. Study of the influence of temperature and methods of pretreatment of raw materials on the drying process. *Agricultural machines*. 2014. Issue 27. P. 85-89.
14. Potapov V.O., Hrytsenko O.Y. Analysis of the energy efficiency of the drying process in the heat and mass exchange module under the condition of increased pressure. *Progressive equipment and technologies of food production of restaurant business and trade*. 2014. № 1. P. 133-141.
15. We control the safety of products according to the HACCP system. URL: <https://www.pedrada.com.ua/article/2674-kontrolyumo-bezpechnst-produktv-za-sistemoyu-nassr-pro-stare-po-novomu>
16. Seven HACCP principles for system deployment. URL: <https://certificant.org/uk/sim-principiv-haccp-pri-rozgartanni-sistemi/>