

The background of the entire page is a close-up photograph of various dried fruits and vegetables. It includes slices of dried orange, dark raisins, and other dried produce, creating a textured and colorful backdrop.

**О.С. БЕССАРАБ
В.В. ШУТЮК**

ТЕХНОЛОГІЯ СУШІННЯ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**О.С. БЕССАРАБ
В.В. ШУТЮК**

**ТЕХНОЛОГІЯ СУШІННЯ
ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ**

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

для студентів спеціальності 7.091706
«Технологія зберігання, консервування
та переробки плодів та овочів»
денної та заочної форм навчання

СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
процесів і апаратів
як конспект лекцій
Протокол № 9
від 02.04.02 р.

Київ НУХТ 2002

Технологія сушіння плодів та овочів: Конспект лекцій для студ. спец. 7.091706 ден. та заоч. форм навч. /Уклад.: О.С.Бессараб, В.В.Шутюк. К.: НУХТ, 2002.– 84 с.

Укладачі: Бессараб О.С.,
Шутюк В.В., кандидати техн. наук

Відповідальний за випуск І.Ф.Малежик, д-р техн. наук, проф.

Конспект лекцій друкується в авторській редакції

© О.С. Бессараб
© В.В. Шутюк
© НУХТ

Зміст

ВСТУП	5
Загальні відомості	5
Тема 1. КАРТОПЛЯ, ОВОЧІ ТА ФРУКТИ ЯК СИРОВИНА ДЛЯ СУШІННЯ	8
Технологічні вимоги до сировини для сушіння	8
Зміна продуктів у процесі сушіння	16
Тема 2. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ	19
Діаграма стану вологого повітря	23
Тема 3. ВИБІР СПОСОБУ СУШІННЯ	25
Фактори, що впливають на процес сушіння	25
Вибір способу сушіння	27
Тема 4. ВИРОБНИЦТВО СУШЕНИХ КАРТОПЛІ ТА ОВОЧІВ	28
Технологічні основи сушіння картоплі	28
Коренеплоди (морква, буряки, білі корені)	39
Ріпчаста цибуля	40
Білокочанна капуста	42
Зелений горошок	44
Тема 5. ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СУШЕНОЇ КАРТОПЛІ І ОВОЧІВ	45
Тема 6. ВИРОБНИЦТВО СУШЕНИХ ФРУКТІВ	51
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СУШІННЯ	52
Яблука	52
Сливи	53
Груші	57
Абрикоси	57
Вишня і черешня	58
Ягоди	59
Тема 7. ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СУШЕНИХ ФРУКТІВ	60
Сушені яблука	60
Сушений виноград	61
Тема 8. ВИРОБНИЦТВО ОВОЧЕВИХ І ФРУКТОВИХ ПОРОШКІВ	61
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ПОРОШКІВ ІЗ СУШІННЯМ ПЮРЕ	62
Одержання овочевого і фруктового пюре	62
Сушіння овочевого і фруктового пюре	65
Тема 8. ВИРОБНИЦТВО СУШЕНИХ РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ СУБЛІМАЦІЇ	67
ТЕПЛОФІЗИЧНІ ОСНОВИ СУБЛІМАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПІД РОЗРІДЖЕННЯМ	67

ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СУБЛІМОВАНИХ ПРОДУКТІВ	69
Овочі	70
Овочеві порошки	73
Тема 10. ЯКІСТЬ СУШЕНИХ ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ.	
ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ	
СУШЕНИХ ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ	76
Ферментативне псування продукції	76
Неферментативне псування продукції	78
Окисне псування продукції	81
Умови, що забезпечують зберігання продукту	81
ЛІТЕРАТУРА	83

ВСТУП

Загальні відомості

Сушіння овочів і фруктів відоме з часів глибокої старовини. В Україні як промисел сушіння овочів стало поширюватися в селах наприкінці XIX — на початку XX ст.

Сушіння картоплі, овочів і фруктів має велике народногосподарське значення.

Свіжі овочі й фрукти містять приблизно 75—90 % води, тому вони легко псуються, швидко в'януть, загнивають. Якщо знизити вміст води в плодах до 18—25 %, а в картоплі й овочах до 12—14 %, то вони набувають стійкості до дії мікроорганізмів, не псуються, у відповідних умовах можуть довго зберігатися цілком придатними для вживання протягом тривалого часу.

Об'єм сушених овочів і плодів у 3—5 разів менший, ніж свіжих, а маса становить від 1/5 до 1/17 маси сировини.

Пресуванням і брикетуванням сушених фруктів і овочів досягається значне зменшення їхнього об'єму. Внаслідок зменшення маси й об'єму овочів і фруктів у результаті сушіння при транспортуванні і збереженні продукції виходить велика економія трудових витрат, тари, складських площ і транспортних засобів.

При раціональному підборі сортів сировини, правильній організації технологічного процесу виробництва і збереження смак і поживна цінність сушених овочів і фруктів залишається високою, а витрати праці і час на їхню кулінарну обробку менші, ніж при обробці сирих продуктів.

Сушені овочі, картопля і фрукти використовуються для виробництва харчових концентратів, для постачання експедицій, у громадському й індивідуальному харчуванні.

Овочесушильна промисловість виробляє продукцію в такому асортименті: сушена картопля, сушені овочі (морква, цибуля, буряк, капуста, білі корінці, пряна зелень, зелений горошок, часник тощо), сухе картопляне пюре, картопляні крекери. На багатьох овочесушильних заводах організований випуск плодоовочевих консервів, харчових концентратів, сушеного яловичого фаршу, крохмалю й інших харчових продуктів.

Новим перспективним напрямом в овочесушінні й зневоднюванні фруктів і ягід є впроваджуване в даний час виробництво сухих пюреподібних продуктів у вигляді крупки, пластівців, гранул і порошків, що знаходять широке застосування у виробництві дитячого і дієтичного харчування, у громадському харчуванні та у індивідуальних споживачів. Освоєно і розширюється виробництво продуктів, одержуваних з картоплі: гарнірно-заморожена, картопля, що хрумтить, картопля скибочками і соломкою, котлети тощо.

Впровадження в овочесушильну промисловість прогресивних методів зневоднення харчових продуктів (сублімація, сушіння в киплячому і віброкиплячому шарі, термовипромінюванням, мікрохвилюва, розпиленням і кондуктивним способом) дозволить поліпшити якість сушеної продукції та розширити її асортимент.

Під час сушіння вологу з сировини можна видалити різними способами: механічним, фізико-хімічним і тепловим. При механічному способі вологу відтискають у пресах або в центрифугах. Фізико-хімічний спосіб ґрунтується на застосуванні вологовідбірних засобів і використовується переважно в лабораторній практиці. Зневоднювальними засобами є сірчана кислота, хлористий кальцій, силікагель. При тепловому способі волога випаровується з поверхні матеріалу і дифундує в навколишнє повітря, виносить вологу із сушарки. Із цього випливає, що *сушіння* – це термічний процес видалення вологи з матеріалів внаслідок її випаровування і дифузії.

Сушіння є суміщеним тепловим і дифузійним процесом, за якого волога дифундує із середніх шарів матеріалу до його поверхні, переходить крізь пограничну плівку, а потім дифундує в середину газової фази, виносячи при цьому з матеріалу значну кількість теплової енергії. Підраховано, що в Україні приблизно 15 % палива витрачається на сушіння, при цьому енергетичний ККД багатьох сушильних установок становить лише 30—50 %. Тому підвищення технологічної та енергетичної ефективності процесів сушіння має важливе народногосподарське значення.

Розрізняють природне і штучне сушіння. Природне відбувається на відкритому повітрі без штучного нагрівання і відведення сушильного агента (повітря). Прикладом природного сушіння може бути сушіння кухонної солі у відкритих морських водоймищах. Цей спосіб

сушіння характеризується значною тривалістю, причому процес не регулюється і одержуваний кінцевий матеріал є досить вологим.

У харчовій технології майже всюди застосовують штучне сушіння, тобто сушіння нагрітим сушильним агентом (нагріте повітря, димові гази), який після поглинання ним вологи з матеріалу відводять за допомогою спеціальних витяжних пристроїв (вентиляторів).

Для більшості харчових виробництв сушіння є одним із основних процесів, мета якого – підвищення їх стійкості під час зберігання, поліпшення якісних показників, консервування, зменшення маси з метою транспортування. У цукробуряковому виробництві сушать цукор-пісок, цукор-рафінад, а також відходи виробництва – жом. У спиртовому виробництві сушать відходи виробництва – барду, харчові та кормові дріжджі. Помітну роль сушіння відіграє у пивоварному виробництві, де сушать солод, відходи виробництва. У крохмалепатоковому виробництві сушать основний продукт – крохмаль. Сушіння використовують для одержання сухого молока, сухих фруктів і овочів. У хлібопекарському, макаронному і кондитерському виробництві сушать хліб для одержання сухарів, макарони, кондитерські вироби деяких видів.

Методи сушіння вологих матеріалів розрізняються переважно способом підведення теплоти й зумовлені фізико-хімічними властивостями цих матеріалів, а також формою їх зв'язку з вологою. Найпоширенішим є метод конвективного сушіння, що характеризується безпосереднім контактом матеріалу з потоком нагрітого газу (повітря, димові гази). Підведення теплоти для випаровування вологи здійснюється газом, який одночасно поглинає і виносить із сушарки утворену водяну пару.

Значно рідше, але теж застосовуваний у харчових виробництвах, контактний (кондуктивний) метод сушіння, за якого теплота від теплоносія (звичайно водяної пари) до матеріалу передається через металеву стінку, що їх розділяє.

Для сушіння різних металевих пофарбованих виробів, виробів із картону, а також для висушування харчових продуктів у тонкому шарі застосовують терморадіаційний метод, за якого теплота передається інфрачервоним промінням.

Сушіння товстостілових матеріалів, а також деяких плодів за потреби збереження їхньої форми здійснюється в полі струмів високої частоти. Такий метод сушіння називається високочастотним.

Для сушіння дуже термочутливих матеріалів застосовують сублімаційне сушіння, за якого волога з матеріалу в замороженому стані переходить у парову фазу, обминувши рідку (сублімує). Процес здійснюється в глибокому вакуумі.

ТЕМА 1

КАРТОПЛЯ, ОВОЧІ ТА ФРУКТИ ЯК СИРОВИНА ДЛЯ СУШІННЯ

Технологічні вимоги до сировини для сушіння

Для одержання високоякісних сушених овочів і фруктів та забезпечення високих техніко-економічних показників виробництва велике значення має сорт сировини, умови вирощування, а також способи доставки та збереження до переробки.

Сорти сировини для сушіння підбирають для кожної місцевості залежно від особливостей кліматичних і ґрунтових умов.

Для визначення придатності даного сорту для сушіння вивчають його агробіологічні і хіміко-технологічні показники. До *агробіологічних показників* належать врожайність, товарність сировини (відсоток стандартних бульб чи коренеплодів), засухо-, морозовитривалість, скоростиглість, імунітет (несприйнятливості до захворювань), а також стійкість проти дії сільськогосподарських шкідників, рівномірність знімання врожаю і придатність до механізованого збирання.

До *хіміко-технологічних показників* якості сировини належить колір і стійкість під час переробки, форма плодів, індекс форми (відношення висоти плоду до його середнього діаметра), середня маса, стійкість проти механічних впливів, здатність зберігатися без помітного погіршення якості (лежкості), співвідношення частин плоду (шкірочка, м'якоть, насіння), а також хімічний склад.

Для повної технологічної оцінки сортів виготовляють дослідні партії сушених продуктів, які потім піддають дегустації у відновленому вигляді (після варіння), а також збереженню з метою визначення гарантійного терміну й умов збереження, виду тари для розфасовки. Сировина, що надходить на сушіння, повинна бути в стадії технічної спілості, яка визначається за розміром бульб чи плоду, їх щільністю, кольором, смаком, ароматом, консистенцією і розвиненістю насіння.

Для сушіння придатна тільки доброякісна сировина. Підв'ялі, запарені, підморожені, уражені хворобами і сільськогосподарськими шкідниками, недоспілі, переспілі, цвілі чи загнилі картопля, овочі і фрукти для сушіння не придатні.

Крім відзначених загальних вимог, що ставляться до сировини для сушіння, окремі види сировини повинні мати специфічні властивості.

Картопля. Для сушіння використовують високоврожайні стійкі до раку сорти картоплі, що містять велику кількість сухих речовин у бульбах і мають добру лежкість.

Вибирають картоплю округлої чи трохи приплющеної форми, великих і середніх розмірів з невеликою кількістю і неглибоким заляганням вічок. Велике значення також має якість картоплі (відсутність механічних ушкоджень, уражень хворобами і шкідниками), тому що від цього залежить вихід готового продукту.

Сушена картопля повинна мати красивий зовнішній вигляд, при замочуванні у воді, набухаючи, збільшуватись у 2,3—2,7 раза, під час варіння швидко розварюватися і бути смачною.

Відповідно до чинного стандарту на картоплю свіжу, заготівлі підлягають бульби зрілі осіннього збирання, сухі, без захворювань і наростів, однорідні щодо забарвлення з міцною загарбаною шкіркою. Розмір бульб у найбільшому поперечному вимірі повинен бути не менше 5 см.

Допускаються такі відхилення у якості бульб: ушкоджених сільськогосподарськими шкідниками – не більше 2%; уражених паршою, – не більше 5 %; наявність прилиплої землі, — не більше 1 % .

Не допускаються до заготівлі бульби підморожені, позеленілі, з наростами, зів'ялі, запарені, з ознаками проростання, із землею і сміттям, незрілі (з неміцною шкіркою).

Розмір, форма і маса бульб мають важливе значення для виробництва, тому що при переробці середньої (5—6 см) і великої (понад 6 см у найбільшому поперечному вимірі) картоплі підвищується продуктивність підготовчого відділення овочесушильного заводу. Переробка дрібних бульб (менше 4 см у найбільшому поперечному вимірі) стає нерентабельною, тому що збільшується кількість відходів та зменшується продуктивність праці на доочищенні. При переробці дуже великої картоплі (більше 7 см у найбільшому поперечному вимірі) також збільшується кількість відходів через перевагу бульб неправильної форми (з наростами і бугристістю), іноді й дуплястих.

При механічному способі очищення картоплі для зменшення кількості відходів важливо, щоб бульби мали кулясту, а не довгасту форму. При пароводотермічній або водопаровій підготовці картоплі до сушіння бажано застосовувати бульби опукло-овальної форми. При очищенні картоплі паровим чи лужним способом форма бульб не має істотного значення.

З огляду на те, що найтрудомісткішою немеханізованою операцією при підготовці картоплі до сушіння є видалення вічок, варто віддавати перевагу сортам картоплі, у яких на одній бульбі є не більше п'яти вічок. Одночасно слід прагнути, щоб вічка залягали неглибоко (не більше 1 мм).

Колір м'якоті картоплі, застосовуваної для сушіння, повинен бути білий або світло-кремовий. Сорти з жовтою, рожевою чи зеленуватою м'якоттю для сушіння не придатні.

Хімічний склад картоплі залежить від ряду факторів: сорту, місця її вирощування, ґрунтових і кліматичних умов під час вегетації й великою мірою — від застосовуваної агротехніки, зокрема від кількості і характеру внесених добрив.

Різниця між вмістом сухих речовин у картоплі та її крохмалистістю (сума крохмалю і цукроз) є майже постійною величиною і коливається в незначних межах — від 6,75 до 7,25.

Високий вміст сухих речовин сприяє одержанню високих виходів готового продукту, а отже, зменшенню витрат сировини, палива, праці і зниженню собівартості сушеного продукту.

Основною поживною речовиною картоплі є крохмаль; у сухій речовині бульб її до 80 %. Крохмаль міститься в клітинах картоплі у вигляді круглих чи овальних зерен розміром 0,05—0,1 мм.

Вміст цукрів у бульбах і їхнє співвідношення залежать від сорту картоплі, ступеня спілості й умов збереження. При збереженні картоплі в умовах низької температури вміст цукрів збільшується. У картоплі переважно міститься глюкоза, у меншій кількості — цукроза і дуже небагато фруктози. Підвищений вміст цукрів у картоплі небажаний, оскільки пов'язаний із зайвими втратами сухих речовин і погіршенням кольору, смаку і терміну зберігання висушених продуктів. У свіжозібраній картоплі кількість цукрів відносно невелика. При збереженні вона зростає, причому швидше при більш низькій температурі. Температура в сховищах пов'язана з тривалістю збереження бульб.

Вміст цукрів у картоплі, що надходить на сушіння, залежить також від способу підготовки. Так, *при механічному способі підготовки* сировини до сушіння в результаті очищення, різання картоплі, промивання і бланшування стовпчиків чи кубиків парою, вміст цукрів зменшується на 30 %. Однак зменшення змісту цукрів за рахунок вимивання небажане, оскільки разом з цукрами видаляються вітаміни, амінокислоти, органічні кислоти й інші цінні компоненти, що збільнює готовий сушений продукт і знижує його харчову придатність.

При пароводотермічному чи водопаровому способі підготовки картоплі до сушіння (бланшування цілих бульб з наступним очищенням і різанням) цукри з картоплі майже не вимиваються і в ній не накопичуються, якщо тканина бульб нагріта до температури не нижче 75° С. При бланшуванні картоплі цілими бульбами з попередньою тепловою обробкою (миття теплою водою) можна також знизити вміст цукрів у результаті завершення процесів, які раніше почалися (при збереженні в умовах підвищеної температури).

Білок картоплі (туберин) має високу біологічну активність, містить усі незамінні амінокислоти, в тому числі тирозин. При розрізу-

ванні бульби її м'якоть сутеніє внаслідок окиснювання тирозину й утворення темнозабарвлених продуктів.

Соланін додає картоплі специфічного, часто неприємного смаку. Значна його частка міститься в зовнішніх частинах, що видаляються при очищенні, а також у паростках і позеленілій картоплі.

У золі картоплі визначено понад двадцять мінеральних елементів. Фосфор, калій, магній, калій, залізо є для картоплі постійними, алюміній, цинк та ін. – змінними.

Коренеплоди. Коренеплід – потовщений основний корінь, виконує функцію всмоктування з ґрунту речовин і опори рослини, служить місцем відкладання запасних речовин і розміщення органів вегетативного розмноження (бруньок).

Для сушіння використовують такі коренеплоди, як морква, буряк, петрушка, пастернак, селера і цикорій.

Морква столових сортів найбільш придатна для сушіння. Коренеплоди цих сортів мають напівдовгі, усічено-конічні чи циліндричні, середньовеликі від оранжево-червоного до червоного кольору, без помітної серцевини і без грубих судинно-волокнистих пучків. Кращими сортами є Нантська, Шантене, Незрівнянна, Московська зимова й ін. Вміст сухих речовин у цих сортах не менше 13 %, з яких цукру – 4–6 %. У моркві міститься, %, жиру – 0,29, клітковини – 1,2, золи – 0,8.

Коренеплід складається з двох шарів: зовнішнього і внутрішнього.

Морква є джерелом каротину, солей кальцію, фосфору і заліза, а також вітамінів B_1 , PP, B_2 , B_6 і C.

Морква столова, що йде на переробку, за своєю якістю повинна відповідати таким вимогам.

Коренеплоди повинні бути свіжими, цілими, без тріщин, забруднень і ушкоджень сільськогосподарськими шкідниками; колір – однорідний, властивий даному ботанічному сорту; правильної форми; довжина черешків, що залишилися — не більше 2 см. Розмір коренеплодів (за найбільшим поперечним діаметром) 2,5–6,0 см. У партії сировини допускається наявність невеликої кількості коренеплодів з незначними відхиленнями від зазначених вимог. Вміст тріснутих коренеплодів, загнилих, запарених, підморожених, зі стороннім запахом не допускається. На зменшення відходів виробництва і збільшення виходу сушеного продукту значно впливає форма коренеплоду. Для переробки краща циліндрична форма моркви і менш бажана конусна, тому що в цьому випадку в процесі бланшування й очищення виходить багато відходів через переварювання кінчика кореня.

Буряк столовий має великі чи середні коренеплоди, округлої, плоско-округлої чи плоскої форми із солодкою м'якоттю однорідного

(темно-червоного, червоного чи малинового) кольору, без помітної кільцеватості і грубих волокнистих ниток.

Кращими сортами для сушіння є Бордо, Незрівнянний, Грибовський плоский, Донський плоский, Ленінградський округлий тощо.

Середній хімічний склад буряка, %, такий: сухі речовини – 14, азотисті речовини – 1,3, жир – 0,13, цукор – 8,0, безазотисті екстрактивні речовини – 2,3, клітковина – 0,9, зола – 1,0. З цукрів у буряку переважає цукроза. Кількість їх збільшується в процесі збереження. У буряку містяться вітаміни С, Р, В₁, В₂ і РР. Червоний колір буряка зумовлений наявністю антоціанів. Столові буряки відрізняються гарною лежкістю.

Призначені для сушіння коренеплоди повинні бути свіжими, цілими, без захворювань, незабрудненими, не тріснутими, без ушкоджень сільськогосподарськими шкідниками, одного ботанічного сорту, з довжиною черешків, що залишилися, не більше 2 см. Розмір коренеплодів (за найбільшим поперечним діаметром) повинен бути в межах 5—14 см.

Допускається невелика кількість коренеплодів з відхиленнями у розмірах, з механічними ушкодженнями, із зарубцьованими тріщинами, підв'ялених.

Вміст коренеплодів зів'ялих, з ознаками зморщок, що загнили, запарених і підморожених не допускається.

Добре піддаються сушінню білі корені (петрушка, пастернак, селера) і пряна зелень.

Петрушку вирощують в основному кореневих сортів, у яких для сушіння використовують і корені, і листи. Забарвлення коренеплоду зовні сірувато-біле, усередині біле з ясно-жовтою облямівкою.

Коренеплоди *пастернаку* мають солодкуватий приємний смак, сірувато-біле забарвлення на поверхні, білу м'якоть і сильно розвинуту серцевину.

Для сушіння використовують також *молоді рослини пряної зелені: кропу, петрушки, селери і пастернаку*; їх застосовують у свіжому і сушеному виді як приправи для поліпшення смаку їжі.

Цикорій буває салатний і кореневий. Сировиною для сушіння служить кореневий цикорій, з сильно розвинутим м'ясистим коренем білого кольору, конічної, циліндричної і веретеноподібної форми. Хімічний склад коренів цикорію, %, такий: сухі речовини – 24—25, цукри, що редукують, з перевагою фруктози – 5—8, клітковина – 4,65, інулін – 16—18.

Сушений цикорій після обсмажування і розмелу використовується як добавка до натуральної кави, чайних і кавових напоїв. Він поліпшує смак, аромат, підсилює інтенсивність забарвлення і підвищує їх екстрактивність. Цикорій широко застосовується як самостійний напій – гіркуватий настій яскравого кольору, приємного смаку, що справляє позитивний вплив на травлення, роботу печінки.

Інші овочі. Цибулю ріпчасту використовують для сушіння тільки гострих сортів, які містять не менше 14 % сухих речовин. Ці сорти мають великі чи середні цибулини з доріжкою сорочкою (луска) і сухою шийкою. М'якоть у них гострого смаку, однорідного білого чи ясно-жовтого забарвлення. У сушеному вигляді цибуля цих сортів має красивий білий чи бурштиново-жовтий колір і гарний без гіркоти смак. Відповідно до вимог діючого стандарту за якістю цибуля для переробки повинна відповідати таким вимогам.

Цибулини повинні бути доріжками, здоровими, цільними, сухими і незабрудненими землею. Форма і забарвлення їх має відповідати даному ботанічному сорту. Цибулини повинні мати добре підсушені верхні луски та суху шийку. Розмір цибулин за найбільшим поперечним діаметром встановлений для овальних форм – не менше 3 см, а для інших – не менше 4 см. Стандартом допускається наявність у сировині цибулин з невеликими дефектами (пророслих, з недостатньо підсохлою шийкою, з незначним забрудненням, механічними ушкодженнями тощо).

Середній хімічний склад ріпчастої цибулі, %, такий: сухі речовини – 14, загальна кількість вуглеводів – 9,6, у тому числі цукру – 7,0, білок – 3,0, клітковина – 0,7, зола – 0,7. У цибулі міститься вітамін С (10 мг на 100 г сирого продукту), вітаміни В₁ В₂, РР і каротин.

Специфічного різкого смаку і запаху цибулі надають ефірні олії. У гострих сортах цибулі їх виявлено 0,05—0,07 %. Основну масу сухих речовин цибулини становлять вуглеводи (60—65 %), з яких більше всього цукрози. Азотисті речовини становлять 6—13,8 % усіх сухих речовин, причому більше половини їх припадає на білок. У цибулі знайдено багато амінокислот. Луска містить барвну речовину — кверцетин.

Цибуля південних сортів не придатна для сушіння, дає темне забарвлення.

Капуста білокачанна найбільш придатних для сушіння сортів містить не менше 8 % сухих речовин, має великі качани з білими смачними листами.

Середній хімічний склад білокачанної капусти, %, такий: сухі речовини – 10, загальний цукор – 4,0, білок – 1,8, клітковина – 2,6, зола – 1,2, вітамін С – 30 мг на 100 г продукту. У значно меншій кількості виявлені вітаміни В₁ В₂, РР і А. Азотисті речовини капусти складаються з білка, амінів, амінокислот. Капуста багата на кобальт, фтор, йод, бор, мідь, цинк та інші мікроелементи, також у ній міститься 0,03—0,44 % органічної сірки. При варінні капусти сірка утворює меркаптанну речовину з неприємним запахом.

Для переробки придатні качани свіжі, цілі, без захворювань, не пророслі, чисті, одного ботанічного сорту, без ушкоджень сільськогосподарськими шкідниками. Качани повинні бути цілком сформовані,

щільні, захищені від верхніх нещільно прилягаючих зелених листів. Маса качана повинна бути не менше 0,8 кг. Допускається в партії сировини невелика кількість качанів із сухим забрудненням, механічним ушкодженням та іншими дрібними дефектами.

Капуста цвітня різних сортів також може бути використана для сушіння. Найпридатніша для цих цілей капуста з великими і середніми качанами з білою, без прозелені, щільною головкою. Сушити переспілу капусту із загрубілими суцвіттями не рекомендується.

Хімічний склад цвітньої капусти, %, такий: сухі речовини – 9, загальний цукор – 1,2, білок – 2,3, клітковина – 0,9, зола – 0,8, вітамін С (70 мг на 100 г продукту). У цвітній капусті містяться також вітаміни А, В₁, В₂ і РР.

Сировина, що надходить на сушіння, за якістю повинна відповідати таким вимогам. Качани щільні, цілі, з горбкуватою поверхнею, без пророслих внутрішніх листків. Вони не повинні мати стороннього запаху, ушкоджень сільськогосподарськими шкідниками чи механічних. Розмір качанів за найбільшим діаметром (без листів) повинен бути не менше 8 см. Допускається невелика кількість качанів нещільних, з незначно пророслими внутрішніми листочками і з незначними механічними ушкодженнями, а також качанів розміром менше 8 см (6—8 см).

Зелений горошок для сушіння використовують тільки зелених мозкових сортів. Сорти, що рекомендуються: Ранній консервний, Швидкостиглий мозковий, Досконалість, Чудо Кельведона, Делікатес тощо.

Зелений горошок містить 15—20 % сухих речовин, у тому числі 5—8 % цукру, 3—5 % крохмалю, 1,5—2 % клітковини, 4—5 % азотистих речовин, 0,2—0,4 % жиру, 0,5 % золи, вітаміни А, В₁, В₂, С, РР. Вміст крохмалю в горошку у міру дозрівання збільшується, а кількість цукру зменшується – сировина стає твердою і жорсткою. Білок зеленого горошку містить більшість незамінних амінокислот. З мінеральних речовин у ньому багато фосфору і калію (до 50% від маси золи), а також кальцію, магнію, натрію, заліза, сірки й інших мікроелементів.

Переробка зеленого горошку на овочесушильних заводах дає можливість збільшити тривалість роботи підприємств на 1,5—2 місяці, тому що горошок дозріває у травні—червні на півдні й у липні—серпні — в центральних областях країни.

Виноград і плоди. Основними видами плодової та ягідної сировини для сушіння є виноград, абрикоси, сливи, яблука та груші. Сушать також персики (сорт з відокремлюваною кісточкою), вишню, аличу, чорницю, малину й ін.

Виноград, призначений для сушіння, повинен мати м'ясисті ягоди зі вмістом не менш 20 % цукру, тонку і ніжну шкірочку.

Для сушіння використовують сорти без насіння (кишмиш) і з насінням (родзинки). Найпоширеніші для сушіння сорти безнасінні –

Ак кишмиш і Кара кишмиш, із насінням — Німранг, Джаус, Тагобі, Кара узюм, Чилягі, Тербагі й ін.

Хімічний склад винограду для сушіння, %, такий: вода — 74,9—82,6, загальна кількість вуглеводів — 17,3—23,2 (у тому числі інвертний цукор — 16,6—22,8), клітковина — 0,23, білки — 0,4, загальна кислотність (за винною кислотою) — 0,27—0,46, зола — 0,4.

Цукри винограду представлені різною кількістю глюкози і фруктози, цукроза або відсутня, або є в незначній кількості.

У винограді містяться, мг на 100 г продукту, вітаміни: В₁ — 0,06, В₂ — 0,04, РР — 0,2, С — 3,0, сліди каротину.

До складу мінеральних речовин входять такі елементи: калій, фосфор, кальцій, магній, залізо, натрій.

Не допускаються до сушіння ягоди недозрілі, з механічними ушкодженнями, уражені хворобами і сільськогосподарськими шкідниками.

Абрикоси, вирощувані в Узбекистані, Таджикистані, Киргизії та інших середньоазіатських країнах, є найкращою сировиною для сушіння. Вони мають яскравозабарвлені плоди з щільною ніжною м'якоттю, високим вмістом сухих речовин і низкою кислотністю.

Абрикоси повинні бути в стадії технічної стиглості, не перезрілі, кісточка має добре відокремлюватися від м'якоти.

Середній хімічний склад абрикосів, %, такий: сухі речовини — 14,0, загальна кількість вуглеводів — 10,5 (у тому числі цукру — 9,5), клітковина — 0,8, органічні кислоти — 1,3, зола — 0,7.

Серед цукрів переважає цукроза, у меншій кількості містяться глюкоза і фруктоза.

Барвна речовина абрикосів, в основному каротин, міститься в кількості 2 мг на 100 г продукту, з вітамінів у них є В₁ В₂, РР.

Не допускаються до сушіння незрілі чи зелені плоди з понад п'ятьма бородавками, понад трьома легкими забитими місцями, та понад п'ятьма ушкодженнями на одному плоді. У партіях сировини не повинні бути також плоди із сонячними опіками на площі більше 1/8 поверхні плоду, більше трьох зарубцьованих уколів довгоносика чи одного ушкодження іншими комахами.

Сливи для сушіння використовують високоцукристих сортів у стадії технічної спілості, з легко відділюваною невеликих розмірів кісточкою, помірною кислотністю. Слива сорту Угорка італійська є цінною сировиною для виробництва чорносливу. Крім цього, придатні для сушіння сорти Угорка ажанська, Угорка фіолетова, Угорка звичайна (молдавська), Ізюм-Ерик, Черкуша тощо.

Середній хімічний склад слив, %, такий: сухі речовини — 13, загальна кількість вуглеводів — 9,9 (у тому числі цукру — 9,0), клітковина — 0,5, білки — 0,8, органічні кислоти — 1,3. Цукри представлені

глюкозою, фруктозою і цукрозою з перевагою глюкози і цукрози. У сливах містяться вітаміни B_1 , B_2 , PP і C.

Не підлягають прийманню для сушіння плоди виродливі, перезрілі чи недозрілі, що мають понад три зарубцьовані уколи довгоносіка.

Яблука для сушіння використовують кислі й кисло-солодкі осінніх і зимових сортів (Антонівка, Титівка, Апорт, Коричне, Аніс, Боровинка й ін.). Солодкі яблука мало придатні для сушіння, тому що з них виходить поганорозварюваний, неароматний і несмачний сушений продукт. Ранні сорти (Папірівка, Білий налив тощо) для сушіння не застосовують, оскільки готовий продукт із них отримується низької якості і вихід його невеликий.

Середній хімічний склад яблук, %, такий: сухі речовини – 13,5, загальна кількість вуглеводів – 11,3, у тому числі цукру – 10,0, клітковина – 0,6, білки – 0,4, органічні кислоти – 0,7, зола – 0,5. Найважливішою складовою частиною є цукри, представлені фруктозою, глюкозою і цукрозою. До складу мінеральних речовин входять калій, кальцій, фосфор, магній, залізо. З мікроелементів у яблуках знайдені алюміній, мідь, цинк, миш'як та ін.

У яблуках містяться, мг на 100 г продукту, вітаміни: C – 7, PP – 0,2, каротин – 0,1, B_1 – 0,04, B_2 – 0,03. Кількість вітаміну C залежно від сорту коливається від 5 до 46 мг на 100 г продукту.

Не допускаються для переробки яблука з легко забитими місцями, натисканнями і градобойнами загальною площею понад 5 см^2 тощо.

Груші сушені виробляють з літніх і осінніх сортів з низьким вмістом дубильних речовин. Найпридатніші для сушіння сорти Бартлет, Літній Вільямі, Бере Олександр, Безсім'янка тощо.

Середній хімічний склад груш, %, такий: сухі речовини – 12,5, загальна кількість вуглеводів – 10,7 (у тому числі цукру – 9), білки – 0,4, клітковина – 0,6, органічні кислоти – 0,3, зола – 0,5. У грушах міститься невелика кількість вітамінів C, PP, B_1 і B_2 . До складу мінеральних речовин входять калій, кальцій, фосфор, магній, залізо й ін. З мікроелементів знайдені мідь, цинк, миш'як, йод.

Неприпустимі відхилення для груші, призначеної для сушіння: недозрілі чи переспілі плоди, з легко забитими місцями, натисканнями і градобойними загальною площею понад 3 см^2 , більше одного зарубцьованого ушкодження плодожеркою тощо.

Зміна продуктів у процесі сушіння

Усадка. У процесі сушіння (за винятком сублімаційного сушіння, що великою мірою зберігає початкові розміри матеріалу) відбуваються незворотні зміни розмірів і форми продуктів. Зміна форми ма-

теріалу, що залежить від швидкості сушіння і пов'язана з його усадкою, відбувається через напруги, що визначаються різницею вологості поверхневих і внутрішніх часточок матеріалу, що сохне.

Швидко висушені продукти через велику кількість внутрішніх «порожнин» мають меншу щільність, ніж продукти, піддані повільному сушінню. Однак перевага останніх, пов'язана з великою щільністю, зводиться на ніщо внаслідок їх порівняно поганої регідратаційної здатності і менш яскравого кольору.

Перегрів (підгоряння) і побуріння. Незворотні шкідливі зміни, що відбуваються під час сушіння, називають побурінням, забарвленням, чи обвуглюванням, просто підгорянням.

Розрізняють кілька ступенів підгоряння. Найлегший ступінь перегріву — зміна кольору. Сильніше підгоряння впливає на смакові й регідратаційні властивості, біологічні й харчові якості сушених продуктів. Підгоряння матеріалу характеризується так званою максимально припустимою критичною температурою. При нагріванні вище цієї температури матеріал підгорає. Критична температура однакових матеріалів залежить від їхньої вологості. Серед овочів найчутливіша до підгоряння цибуля — вона має найнижчу критичну температуру. Сушінню подрібненої цибулі вологістю 10—12 % відповідає критична температура 65—70 °С, вологістю 8—10 % — 60—65 °С, вологістю 6—8 % — критична температура 55—60 °С. На кінцевій ділянці сушіння вона приблизно дорівнює температурі матеріалу. За допомогою обробки розчином сірчаної кислоти або лужним сульфітним розчином критичну температуру підгоряння можна підняти на 5—10 °С.

На процеси підгоряння матеріалу впливає не тільки температура, а і тривалість нагрівання. Цим пояснюється той факт, що при розпилювальному сушінні продуктів, що триває максимум кілька секунд і відбувається при температурі повітря близько 100 °С, порошок із залишковою вологістю 2—4% практично не підгорає. Побуріння в процесі сушіння продуктів спричиняється реакціями Майяра між амінокислотами і відновлюваними цукрами, ферментними реакціями, зв'язаними з окиснюванням і карамелізацією, що супроводжують термічний розпад цукрів. Зміна кольору в процесі підготовки сировини до сушіння відбувається головним чином завдяки наявності домішок іонів важких металів (передусім заліза).

Швидкості як ферментних реакцій побуріння, так і реакцій Майяра залежать від вологості матеріалу і його температури.

Найпоширеніший спосіб обмеження реакцій побуріння — сульфитування продуктів. Він полягає в обробці овочів і фруктів перед сушінням газоподібним двоокисом сірки, розчинами сірчаної кислоти, гідросульфіту чи сульфіту натрію. Сульфитування перешкоджає

перебігу реакції Майяра і ферментної реакції побуріння. Як уже згадувалося, у сульфатованих продуктів критична температура підгоряння на 5—10 °C вища, ніж у необроблених продуктів. Це дає можливість, наприклад, у процесі протитечійного сушіння підняти температуру вхідного повітря і збільшити тим самим продуктивність сушарки. У сушарках прямого нагрівання повітря рідким паливом, особливо при спалюванні мазуту з великим вмістом сірки, готові продукти можуть просочитися двоокисом сірки. Тим самим вміст двоокису сірки в готових продуктах може виявитися підвищеним.

Останнім часом для обмеження реакцій побуріння використовують аскорбінову і лимонну кислоти. Так, аскорбінова кислота вже в кількості 0,1 % добре захищає фрукти від реакцій побуріння обох типів.

Бланшування (ошпарювання чи пропарювання) продуктів поряд зі збільшенням поверхневої проникності матеріалу проводиться з метою обмеження ферментних реакцій. Якщо в процесі підготовчої обробки матеріалу проводяться і сульфитація, і бланшування, операція бланшування передує операції сульфитації. Колір продуктів може змінюватися не тільки в результаті підгоряння, а й тоді, коли сушінню піддаються заморожені продукти чи продукти, що зберігалися тривалий час в очищеному вигляді.

Перенесення речовин. Сира тканина містить велику кількість розчинених у воді домішок з різною молекулярною масою. Коли починається сушіння матеріалу, деяка частина цих речовин переміщується в розчиненому стані разом з вологою до поверхні тіла, де вода випаровується, і концентрація розчину поверхневого шару збільшується. Під впливом такого переміщення рідини усередині висушуваного матеріалу виникає градієнт концентрації, причому найбільша концентрація розчинених речовин створюється в поверхневому шарі. Цьому явищу протидіє процес дифузії рідини. І перший, і другий процеси проходять одночасно. Який з них переважає у визначений момент часу і на даній ділянці тіла, залежить від багатьох обставин.

Затвердіння. Під час сушіння колоїдних матеріалів іноді нормальний спочатку процес сушіння пізніше ледве не цілком припиняється. Це відбувається тому, що на поверхні продуктів утворюється практично непроникна для вологи тверда скоринка. Внаслідок її утворення внутрішня частина тіла залишається вологою. Фрукти, що піддаються сушінню цілими або великими шматками (наприклад фрукти, нарізані великими частками), сушать відповідно до традиційної технології в початковому періоді сушіння при великій відносній вологості та низкій температурі повітря. Для сушіння слив, наприклад, використовують повітря температурою 50—55 °C і відносною

вологістю 60—65 %. Такі умови перешкоджають утворенню на поверхні фруктів твердої скоринки. Сушіння подібного роду легко здійснити в протитечійних тунельних сушарках.

Якщо продукти нарізані на дрібні шматочки, поверхневого затвердіння не відбувається. Причини цього явища поки недостатньо вивчені.

Порушення регідраційної здатності продуктів. Звичайно сушені продукти вживаються в регідративному (зволоженому) стані. Тривалість і ступінь регідрації продуктів, висушених традиційними методами, у багатьох аспектах виявляються незадовільними. Найкращі регідраційні здатності властиві продуктам, обробленим методом сублімаційного сушіння. Ці продукти під час регідрації майже цілком відновлюють вихідну вологість і початкові фізичні властивості, причому процес їхнього відновлення проходить дуже швидко. Зменшення «розмокання» викликається необоротним перегріванням продуктів, що може проходити без видимого побуріння останніх. Тоді як слідом за випаровуванням вільної чи механічно зв'язаної вологи починає видалятися хімічно зв'язана вода, основні компоненти матеріалу, що сохне, піддаються різним змінам. Зокрема відбувається затвердіння пектину, амілопектину і білків. Колоїдна необоротність сушених продуктів викликається у першу чергу частковою чи повною коагуляцією білків під дією тепла.

Втрата летких речовин. Випаровуючись з матеріалу, волога захоплює за собою і леткі компоненти. Внаслідок втрати летких компонентів продукти втрачають смак і аромат.

Склад летких речовин, що відходять разом з вологою, залежить від зміни температури матеріалу в процесі сушіння, а також від тиску пари летких компонентів при даній температурі. Великого значення набуває і розчинність летких речовин у воді та інших компонентах.

За деяких сучасних методів сушіння (наприклад у виробництві фруктового порошку чи пластівців) до сушених продуктів додають ароматичні концентрати, отримані конденсацією парів вихідного матеріалу. Проте такий спосіб ароматизації дуже складний і дорогий.

ТЕМА 2

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОЛОГОГО ПОВІТРЯ

Як сушильний агент широко використовують нагріте повітря або суміш повітря з продуктами згоряння палива. Як правило, перед початком сушіння будь-який сушильний агент є не що інше, як суміш сухого газу з водяною парою, тобто вологий газ. Виходячи з цього, вологим повітрям на-

зивають бінарну суміш сухого повітря з водяною парою. Газова стала такої суміші може бути визначена з термодинамічного співвідношення

$$R_c = m_{\Pi} R_{\Pi} + m_{\text{в.}\Pi} R_{\text{в.}\Pi}, \quad (2.1)$$

де m_{Π} , $m_{\text{в.}\Pi}$ – масова частка відповідно сухого повітря і водяної пари; R_{Π} , $R_{\text{в.}\Pi}$ – газові сталі відповідно сухого повітря ($R_{\Pi} = 287 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$) і водяної пари ($R_{\text{в.}\Pi} = 462 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$).

За законом Дальтона, якому підкоряється вологе повітря, тиск газової суміші дорівнює сумі парціальних тисків її компонентів:

$$p = p_{\Pi} + p_{\text{в.}\Pi}, \quad (2.2)$$

де p_{Π} , $p_{\text{в.}\Pi}$ – парціальний тиск відповідно сухого повітря і водяної пари.

Із закону Дальтона випливає, що парціальний тиск пари у вологому повітрі менший, ніж загальний тиск суміші. Оскільки температура пари дорівнює температурі суміші, то очевидно, що температура пари в ненасиченому вологому повітрі перевищує температуру кипіння води за даного її парціального тиску, тобто перебуває у перегрітому стані.

Барометричний і парціальний тиски пари є параметри, що характеризують стан вологого повітря. Крім цих параметрів, стан вологого повітря характеризується рядом інших параметрів, до яких належать абсолютна і відносна вологість, вологовміст, густина, питомий об'єм, температура та ентальпія. Знаючи три параметри вологого повітря, можна знайти всі інші, користуючись наведеними далі формулами.

Абсолютною вологістю повітря $\rho_{\text{в.}\Pi}$ називають масу водяної пари в грамах або кілограмах, яка міститься в 1 м^3 вологого повітря. Об'єм пари дорівнює об'єму вологого повітря і тому абсолютна вологість дорівнює густині водяної пари в суміші $\rho_{\text{в.}\Pi}$.

Відотною вологістю повітря ϕ називають відношення абсолютної вологості за даних значень температури і загального тиску до максимальної можливої маси насиченої водяної пари $\rho_{\text{н}}$, що може міститися в 1 м^3 вологого повітря за тих самих умов:

$$\phi = \rho_{\text{в.}\Pi} / \rho_{\text{н}}. \quad (2.3)$$

За рівнянням стану ідеальних газів можна записати

$$\rho_{\text{в.}\Pi} = \frac{p_{\text{в.}\Pi}}{R_{\text{в.}\Pi} T}$$

і

$$\rho_{\text{н}} = \frac{p_{\text{н}}}{R_{\text{в.}\Pi} T}, \quad (2.4)$$

де $p_{\text{н}}$ – тиск насиченої пари при температурі повітря T .

Вважаючи наближено, що для пароповітряної суміші дійсне рівняння стану ідеальних газів, і підставляючи одержані значення для ρ у вираз (2.3), дістанемо:

$$\phi = \rho_{\text{в.}\Pi} / \rho_{\text{н}}. \quad (2.5)$$

Тиск p_n залежить від температури, з підвищенням якої він збільшується, внаслідок чого відповідно зменшується величина ϕ . Максимальне значення ϕ буде за умови, коли $p_n = p_{v,п}$. Тоді

$$\phi_{\max} = \frac{p_{v,п}}{p_n} = 1.$$

Відносна вологість – важливий параметр вологого повітря; її значення характеризує здатність повітря насичуватись вологою: що менше ϕ , то, за інших однакових умов, більша сушильна здатність повітря.

Вологовмістом називають масу водяної пари, що міститься у вологому повітрі, віднесenu до 1 кг сухого повітря. Вологовміст позначають через x , кг/кг, коли масу пари беруть у кілограмах, або через d , коли масу пари виражають у грамах. Оскільки об'єми пари і сухого повітря однакові, вологовміст можна зобразити відношенням їхніх густин:

$$x = \frac{\rho_{v,п}}{\rho_{п}}. \quad (2.6)$$

Підставивши в рівняння (2.6) вирази для $\rho_{v,п}$ і $\rho_{п}$ з рівняння стану ідеальних газів, дістанемо:

$$x = \frac{p_{v,п}}{R_{v,п} T} : \frac{p_{п}}{R_{п} T} = \frac{R_{п}}{R_{v,п}} \frac{p_{v,п}}{p_{п}} = 0,622 \frac{p_{v,п}}{p_{п}}. \quad (2.7)$$

З рівняння (2.2)

$$p_{п} = p - p_{v,п},$$

а з рівняння (2.5)

$$p_{v,п} = \phi p_n.$$

Підставляючи ці вирази в рівняння (2.7), дістанемо:

$$x = 0,622 \frac{\phi p_n}{p - \phi p_n}. \quad (2.8)$$

Густина вологого повітря, тобто суміші сухого повітря і водяної пари, дорівнює сумі густин сухого повітря $\rho_{п}$ і водяної пари $\rho_{v,п}$:

$$\rho_c = \rho_{п} + \rho_{v,п}.$$

Оскільки згідно з формулою (2.6)

$$\rho_{v,п} = x \rho_{п},$$

то

$$\rho_c = \rho_{п} (1+x). \quad (2.9)$$

За нормальних умов (тиск 760 мм рт.ст. і температура 0 °C) $\rho_{п} = 1,293 \text{ кг/м}^3$.

З підвищенням парціального тиску пари в повітрі в процесі сушіння ρ_c зменшується, оскільки пара витісняє сухе повітря. Проте в процесі конвективного сушіння знижується температура, а це сприяє

суттєвішому збільшенню ρ_c . Тому в кінцевому результаті ρ_c у процесі сушіння збільшується.

Питома теплоємність вологого повітря, віднесена до 1 кг сухого повітря, визначається так:

$$c_c = c_{\pi} + x c_{в.п}, \quad (2.10)$$

де c_{π} , $c_{в.п}$ – середня питома теплоємність відповідно сухого повітря (при $t \leq 200$ °C приймають $c_{\pi} = 1,004$ кДж/(кг·К)) і пари ($c_{в.п} \approx 1,842$ кДж/(кг·К)).

Ентальпія (тепловміст) вологого повітря визначається сумою ентальпій сухого повітря і водяної пари, що є в ньому. Відносячи ентальпію до 1 кг сухого повітря, дістанемо рівняння, кДж/кг сухого повітря:

$$I = c_{\pi} t + xi, \quad (2.11)$$

де $i = c_{в.п} + r$ – ентальпія водяної пари; r – ентальпія водяної пари при 0 °C або, що те саме, теплота пароутворення води при 0 °C, $r = 2500$ кДж/кг.

Підставивши значення c_{π} , $c_{в.п}$, i у рівняння (2.11), визначимо ентальпію вологого повітря

$$I = 1,004t + (1,842t + 2500)x. \quad (2.12)$$

Точка роси. Під час охолодження вологого повітря з постійним вологовмістом x ступінь насичення повітря вологою може досягти одиниці ($\phi = 1$). При подальшому зниженні температури пара, що перебуває у повітрі, конденсується і вологовміст його зменшуватиметься. Температуру, за якої повітря з постійним вологовмістом, охолоджуючись, стає насиченим, називають точкою роси.

Точку роси визначають з рівняння (2.8). Взявши $\phi = 1$ і розв'язавши це рівняння відносно p_n , знайдемо пружність насиченої пари рідини, що відповідає точці роси,

$$p_{т.р} = \frac{x p}{0,622 + x}. \quad (2.13)$$

Температура «мокрого» термометра. У теорії сушильного процесу одним з параметрів, що характеризує стан вологого повітря, є так звана температура «мокрого» термометра. Якщо під час випаровування води у повітря будуть додержані адіабатні умови, тобто випаровування відбуватиметься лише за рахунок теплоти повітря, то у процесі випаровування температура повітря зменшуватиметься і в стані повного насичення його вологою дорівнюватиме температурі випаровуваної води. Цю температуру називають температурою «мокрого» термометра. Це термодинамічний параметр; він характеризує здатність повітря віддавати теплоту для випаровування води до повного свого насичення. Різниця між температурою повітря і температурою мокрого термометра характеризує здатність повітря до поглинання вологи. Цю різницю називають потенціалом сушіння E :

$$E = t_c - t_m, \quad (2.14)$$

де t_c – температура повітря або температура, яку показує звичайний (сухий) термометр; t_m – температура «мокрого» термометра, яка дорівнює температурі адіабатного насичення повітря.

У разі повного насичення повітря ($\varphi = 100\%$) $t_c = t_m$ і потенціал сушіння $E = 0$.

На вимірюванні різниці між температурою «сухого» термометра (фактична температура повітря) і температурою «мокрого» термометра заснований психрометричний метод визначення вологості повітря, який набув найбільшого поширення в сушильній техніці.

Діаграма стану вологого повітря

Аналітичний метод розрахунку сушильних установок складний і громіздкий. Простіший графічний метод розрахунку за допомогою $I - x$ — діаграми вологого повітря запропонований Л.К. Рамзіним.

Діаграму побудовано в координатах $I - x$ (або $I - d$) за рівняннями (2.5), (2.8) і (2.12) при постійному тиску повітря $p = 745$ мм рт. ст. (99,3 кПа), який прийнято вважати середнім річним тиском. Для кращого використання поля діаграми взята косокутна система координат з кутom між основними осями 135° (рис. 1).

Вологовміст x відкладений на допоміжній осі абсцис, яка утворює прямий кут з віссю ентальпії I : основну вісь x звичайно не показують. За такої побудови лінії $x = \text{const}$ зображуються вертикальними прямими, а лінії $I = \text{const}$ — похилими прямими, паралельними основній лінії абсцис. Крім основних ліній I та x , на діаграму нанесені ізотерми вологого повітря, лінії постійної відносної вологості, лінії парціального тиску водяної пари та інші допоміжні лінії.

Ізотерми ($t = \text{const}$) побудовані за рівнянням (2.12) і є прямими з нахилом, що збільшується з підвищенням температури. Лінії $\varphi = \text{const}$ побудовані за рівнянням (2.8). Вибираючи незмінні значення φ для кількох p_n , тобто температур $t(t_1, t_2)$, визначають $x(x_1, x_2, \dots)$ і знаходять точки перетину відповідних ліній $x = \text{const}$ і $t = \text{const}$. Сполучаючи одержані точки плавною кривою, будують лінії $\varphi = \text{const}$. Усі криві $\varphi = \text{const}$ збігаються на осі ординат в одну точку з координатами $x = 0$ і $t = -273^\circ\text{C}$. При температурі $99,4^\circ\text{C}$ (температура насичення при $p = 745$ мм рт. ст.) лінії $\varphi = \text{const}$ мають різкий перелом і з наступним підвищенням температури ідуть вгору майже паралельно лініям $x = \text{const}$. Це пояснюється тим, що при такій температурі тиск насичення p_n дорівнює загальному тиску p , для якого і побудовано діаграму. Тоді на підставі рівняння (2.8)

$$x = 0,622 \frac{\varphi p_n}{p - \varphi p_n} = 0,622 \frac{\varphi}{1 - \varphi};$$

звідки

$$\varphi = \frac{x}{0,622 + x},$$

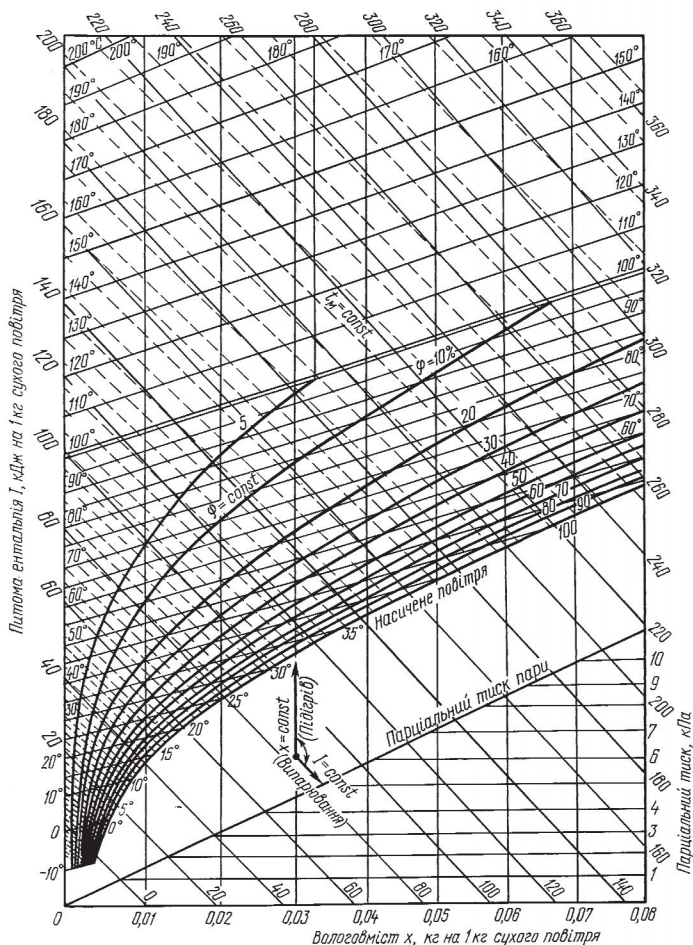


Рис 1. I-d діаграма

тобто відносна вологість перестає залежати від температури і визначається лише вологовмістом. Кожному значенню ϕ відповідає своє значення x , за якого відбувається злам кривої $\phi = \text{const}$.

Лінія $\phi = 1$ (або 100 %) відповідає максимальному вологовмісту і ділить діаграму на дві області. Над цією лінією лежить область ненасиченої водяної пари в суміші з сухим повітрям, а під лінією – область насиченої водяної пари, частково конденсованої у вигляді дрібненьких крапельок – туману (якщо температура нижча від 0°C , волога перебуває у вигляді льодового туману – інею).

Лінію парціального тиску водяної пари $p_{\text{в.п}} = \phi p_{\text{н}} = f(x)$ будують на основній діаграмі під лінією $\phi = 1$. Цю лінію проводять через точки парціальних тисків водяної пари $p_{\text{в.п}}$, обчислених за формулою

$$p_{в.п} = \frac{px}{0,622 + x},$$

одержаною з рівняння (2.8), розв'язаного відносно $p_{в.п}$. З наведеного рівняння видно, що при заданому загальному тиску p парціальний тиск залежить лише від x .

Парціальний тиск водяної пари визначається на діаграмі точкою перетину $x = \text{const}$ з кривою парціального тиску, а значення його наносять на правій осі ординат діаграми.

Стан вологого повітря характеризується на діаграмі перетином чотирьох ліній: постійних температури, вологовмісту, відносної вологості та ентальпії. Для визначення стану повітря достатньо знати два будь-які параметри.

За допомогою цієї діаграми можна визначити також точку роси (границю охолодження повітря) і температуру мокрого термометра (границю охолодження вологих тіл). Точка роси для повітря даного стану визначається ізотермою, що проходить через точку перетину лінії заданого вологовмісту з лінією $\phi = 1$. Межу охолодження вологих тіл, або температуру мокрого термометра, знаходимо як ізотерму, що проходить через точку перетину лінії постійної ентальпії повітря з лінією $\phi = 1$. Лінії $t_m = \text{const}$ будуть геометричним місцем точок з незмінною температурою мокрого термометра. Ці лінії на деяких діаграмах також нанесені і йдуть трохи пологіше, ніж лінії $I = \text{const}$.

ТЕМА 3

ВИБІР СПОСОБУ СУШІННЯ

Фактори, що впливають на процес сушіння

Температура сушильного агента — повітря — один з головних факторів, що впливають на процес сушіння.

Дослідами з сушіння, у яких відносна вологість і швидкість повітря підтримувалися постійними, а змінювалася тільки температура, встановлено, що на початку сушіння збільшення температури повітря підвищує швидкість процесу меншою мірою, ніж на наступному етапі, коли тепловими ефектами, пов'язаними з випарюванням, можна зневажити, і температура матеріалу стає близькою до температури повітря.

Однак при збільшенні температури повітря збільшуються згадувані теплові втрати, що найзначніші на завершальному етапі сушіння матеріалу з низькою вологістю.

Відносна вологість — другий важливий фактор, що впливає на швидкість сушіння. У разі постійної температури і швидкості повітряного потоку зменшення швидкості сушіння на першому етапі прямо пропорційне збільшенню відносної вологості повітря. Слідом за цим залежність швидкості процесу від відносної вологості повітря зменшується, а на кінцевій ділянці знову збільшується. Тут залежність процесу сушіння від відносної вологості повітря визначається значенням рівноважної відносної вологості (РВВ), що відповідає залишковій вологості матеріалу.

Швидкість повітряного потоку на ділянці постійної швидкості сушіння також впливає на швидкість сушіння матеріалу (при постійних температурі та відносній вологості). Цей вплив виявляється значним в основному при швидкості повітряного потоку менше 5 м/хв. Подальше збільшення швидкості повітряного потоку істотного впливу на швидкість сушіння матеріалу на першій ділянці вже не справляє. Збільшення швидкості повітряного потоку після досягнення зазначеної величини обмежується також і тим, що струмінь починає «зривати» із сушильної поверхні дрібні шматочки висушуваного матеріалу. На ділянці сушіння матеріалу з низькою вологістю швидкість повітряного потоку не справляє істотного впливу на швидкість висихання. На цій ділянці практично не має сенсу встановлювати швидкість повітря вище 1 м/хв.

Атмосферний тиск також впливає на швидкість висихання. Зниження барометричного тиску впливає на швидкість сушіння тільки на першому етапі.

Подрібнення матеріалу дуже скорочує тривалість сушіння. У цьому полягає секрет успіху розпилювального сушіння: якщо матеріал добре подрібнений і розміри часточок не перевищують кількох мікронів, подрібнення відбувається за кілька секунд.

Товщина шару завантаження матеріалу, чи питоме завантаження, кг/м^2 , помітно впливає на швидкість його висихання. Завантажувальна маса нарізаних овочів звичайно дорівнює 10—15 кг/м^2 . На сушильних підприємствах з правильною організацією технологічного процесу велика увага приділяється рівномірності завантаження матеріалу. Зокрема, на кожен піддон (лист) камерної сушарки повинна бути навантажена однакова кількість матеріалу. У стрічкових сушарках рівномірне завантаження матеріалу забезпечується спеціальним устаткуванням. Збільшення товщини шару завантаження зменшує швидкість сушіння, головним чином, на першій початковій ділянці сушіння. У результаті усадки матеріалу в міру його висихання завантажувальний шар легше пронизується повітряним потоком і його товщина при цьому зменшується.

Отже, початкове зменшення швидкості сушіння при висушуванні товстого шару припиняється в міру зневоднювання матеріалу.

Це явище дає можливість установлювати на стрічкових сушарках більш низьку швидкість руху нижніх стрічок, ніж верхніх. Завантаження матеріалу значно впливає на продуктивність устаткування, а його оптимальне значення встановлюється дослідним шляхом.

Усі ці закономірності цілком виконуються тільки якщо подрібнений на часточки однакового розміру матеріал розкладений на піддоні тонкими рівномірними шарами і весь пронизується потоком теплого повітря. Проте більшість установлених правил і закономірностей застосовується і до інших методів сушіння.

Вибір способу сушіння

Вибір найкращого способу сушіння продуктів (фруктів і овочів) визначається властивостями сировинного матеріалу, вимогами до якості готових продуктів і економічністю виробництва. Якісні стандарти готових продуктів залежать від цілей їхнього використання. Наприклад, вищі якісні вимоги ставляться до томатного порошку, що готується для одержання томатного соку, менш високі — до порошку, що йде на виробництво супу чи соусу.

Швидкість розчинення є дуже важливою характеристикою харчового (овочового чи фруктового) порошку. Незалежними від цієї вимоги є тільки такі галузі його споживання, де швидкість розчинності сушеного продукту не відіграє помітної ролі. Вибір способу сушіння повинен враховувати і ті зміни якості продукту, що відбуваються під час попередніх операцій. Наприклад, спосіб сушіння значно залежить від властивостей матеріалу. Так, сировину, яка втратила свій аромат і отримала «варений присмак» (фруктового концентрату) даремно сушити методом сублімації, тому що й у цьому випадку не можна одержати кінцевий продукт високої якості.

Говорячи про вартість різних способів сушіння, не можна забувати про те, що обробка сушених продуктів починається раніше їхнього сушіння. Тому якщо аналізувати і порівнювати тільки витрати безпосередньо на сушіння, висновок про ступінь економічності даного процесу може виявитися помилковим. Вибір способу сушіння визначається також вартістю вихідного сировинного матеріалу. Порівняно дорогий спосіб за визначених переваг щодо якості кінцевого товару може виявитися неекономічним для сушіння дешевих продуктів, але цілком прийнятним для обробки цінної сировини.

Не завжди однозначними бувають вимоги і стосовно щільності (об'ємної маси). Як відомо, зі збільшенням щільності продуктів зменшуються витрати на їхнє збереження і транспортування. У роздрібній торговій мережі з психологічних мотивів легше реалізувати продукти з

малою щільністю. Наприклад, ціна виготовленого методом сублімації кавового порошку з малою щільністю на світовому ринку вище ціни важкого порошку.

Крім названих факторів, у виборі методів сушіння потрібно брати до уваги і кліматичні умови. На нагрівання до потрібної температури холодного атмосферного повітря витрачається багато енергії, а використання теплого і вологого атмосферного повітря утруднює сушіння гігроскопічних продуктів. Ця проблема може виникнути головним чином під час обробки сильно гігроскопічних сушених фруктів і порошкових приправ з низьким змістом вологи. Потреба застосування в таких випадках зневодненого (висушеного за допомогою речовин, що поглинають вологу) повітря збільшує вартість сушіння й ускладнює виробничий процес. Дуже важливим з погляду економічності сушильного устаткування виявляється можливість його багатоцільового (в ідеальному випадку — універсального) застосування, тому що останнє продовжує час сезонної роботи установки. Подібний фактор стає особливо важливим, якщо підприємство збирається придбати порівняно дороге устаткування. Наприклад, купуючи сублімаційну установку, виробник звичайно прагне одержати устаткування беззупинної дії, що має ширше застосування. Нарешті, у виборі сушильного устаткування не можна зневажати простотою дії й обслуговування установки, легкістю її чищення і профілактики, кількістю обслуговуючого персоналу і витратою енергії.

ТЕМА 4

ВИРОБНИЦТВО СУШЕНИХ КАРТОПЛІ ТА ОВОЧІВ

Технологічні схеми виробництва сушених рослинних продуктів передбачають підготовку сировини до сушіння та її попереднє очищення тим чи іншим способом: механічним, паровим, пароводотермічним тощо. Вид перероблюваної сировини і спосіб її очищення визначають особливості технологічних схем.

Технологічні основи сушіння картоплі

Підготовка картоплі до сушіння включає в себе миття, інспекцію, калібрування, очищення і доочищення, різання, бланшування і сульфітацію. Картоплю підготовляють до сушіння у двох відділеннях овочесушильного цеху: сировинному і підготовчому. На більшості заводів ці відділення розташовані в загальному приміщенні, ізолюваному перегородкою від сушильного відділення.

У сировинному відділенні картоплю миють, інспектують і калібрують. Миють картоплю в мийних машинах (кулачкових, барабанних, вібраційних, щіткових та ін.) у проточній воді до повного видалення бруду. Водопровідний вентиль мийної машини встановлюють на безупинну подачу води.

Відрегулювати його потрібно так, щоб витрата води не перевищувала 3 м^3 на 1 т сировини і щоб бульби виходили з машини чистими. Частота обертання барабана мийної машини чи валу з лопатями повинна бути не більше 15 хв^{-1} . Надходження сировини в машину повинне бути безупинним; не можна допускати недо- чи перевантаження машини і подрібнювання бульб. Лабораторія заводу кілька разів за зміну контролює якість миття сировини. Швидкість руху стрічки інспекційного транспортера не повинна перевищувати $0,1 \text{ м/хв}$. За цієї швидкості робітниці встигають відібрати нестандартні (загнилі, цвілі, хворі, виродливі й ін.) бульби і сторонні предмети.

Сировинне відділення типового заводу потужністю 600 і 1200 т за рік з механічним чи пароводотермічним (водопаровим) очищенням бульб обладнане механізованою калібрувальною установкою, що складається з автоматичних ваг, калібрувального барабана, чотирьох бункерів для каліброваної картоплі, розвантажувального стрічкового транспортера і робочої площадки. На деяких заводах мийну машину й інспекційний транспортер встановлюють після калібрувальної установки, що нерационально, тому що калібрований барабан у цьому випадку засмічується землею і гірше працює. При калібруванні бульби розділяються на чотири розміри за найбільшим поперечним діаметром: дуже дрібна картопля (прохід через отвори калібратора $5 \times 5 \text{ см}$) на сушіння не використовується; дрібна (прохід через отвори $6 \times 6 \text{ см}$); середня (прохід через отвори $7 \times 7 \text{ см}$) і велика (сход з машини).

У процесі роботи калібратора стежать за тим, щоб бульби не затримувалися на похилому лотку від ваг до барабана і надходження їх у першу секцію машини було рівномірним. Оптимальна частота обертання барабана – 8 хв^{-1} . При нерівномірному завантаженні калібрувальної машини бульби різного калібру перемішуються, що не припустимо.

При очищенні картоплі паровим, лужним і луго-паровим способом калібрування картоплі не проводиться. Очищають картоплю одним із застосовуваних у промисловості способів: механічним, паровим, лужним, пароводотермічним чи водопаровим. Якість очищення і кількість одержуваних відходів залежать від способу очищення, сорту, кондиційності і тривалості збереження сировини, а також від конструктивних особливостей застосовуваного устаткування. Зі збільшенням кількості некондиційних бульб відходи сировини збільшуються.

Встановлено, що картопля після тривалого збереження гірше очищується, кількість відходів у процесі очищення такої сировини зростає. Порівнюючи різні способи очищення, слід відзначити, що найменша кількість відходів отримана при лужному і паровому способах очищення (табл. 1).

Таблиця 1

Назва	Результати очищення картоплі, %, способом						
	механічним		лужним		паровим	водопаровим	
	сз	тз	сз	тз	пг	сз	тз
Бульби, очищені:							
повністю	23,7	13,0	72	63	38	33,1	26
на 75%	47	39	15	16	21	19,5	17
на 50%	14	15	-	-	11	24,3	22,4
менш ніж на 50%	12,3	25	-	-	10	11,4	19,8
повністю, але з неочищеними вічками та з пошкодженнями	-	-	13	14	20	10	10
Відходи:							
на очищенні	12	15	16,7	20,4	18	19	20,6
на доочищенні	15	20	4,6	5,7	10,1	14,3	19,5
Загальні відходи та втрати	27	35	21,3	26,1	28,1	33,3	40,1

Примітка: сз – свіжозібрані; тз – після тривалого зберігання; пг – перероблені в грудні.

У процесі очищення бульб змінюється хімічний склад картоплі – вміст крохмалю, цукрів, амінокислот, вітамінів. При механічному способі очищення вміст цукрів, амінокислот і вітамінів (С і В₁) зменшується за рахунок вимивання водою. При термічних способах очищення втрати названих компонентів значно менші, проте за визначених параметрів процесу вміст цукрів може збільшуватися за рахунок гідролізу крохмалю, що вкрай небажано, оскільки погіршує якість і зменшує стійкість сушеного продукту при збереженні.

Оптимальною умовою термічної обробки картоплі (табл. 2) є прогрівання центру бульб до 75° С, що зумовлює мінімальний приріст цукрів, забезпечує досить повну інактивацію ферментів, що можуть гідролізувати крохмаль до цукрів, а також окисних ферментів, реакції каталізації, що призводять до потемніння тканини картоплі. Між кількістю відходів і вмістом вітамінів у картоплі існує певна залежність, тому що деякі вітаміни, наприклад С і В₁ розташовані в бульбах нерівномірно: у шкірці вони відсутні, а концентруються під шкіркою в тканині на

глибині 2—4 мм, досягаючи найбільшої кількості в камбії; у серцевинній частині бульби їхній зміст знову знижується. Зовнішній бідний вітамінами шар дорівнює близько 20% усієї маси картоплі. Тому з метою максимального збереження вітамінів у картоплі слід прагнути, щоб кількість відходів при очищенні не перевищувала зазначеної величини.

Таблиця 2

Картопля	Вміст цукрів в перерахунку на абсолютно суху речовину, %		
	редуючих	цукрози	загальних
Сира	3,870	1,200	5,170
Після нагрівання центру бульби до 65 °С	6,500	0,870	7,370
Те саме, до 75 °С	4,035	1,150	5,185

Зовнішній вигляд очищеної картоплі також залежить від способу очищення. Руйнування (мацерація) тканини бульб при механічному очищенні полегшує доступ кисню і проникнення в тканину важких металів, що спричиняє потемніння поверхні картоплі внаслідок утворення темнозабарвлених речовин типу меланінів.

У разі парового і лужного способів очищення поверхня бульби захищена провареним шаром невеликої товщини, однак при доочищенні цей шар руйнується й оголюється сира частина картоплі, піддаєна потемнінню. Для попередження потемніння картоплю після механічного, парового і лужного очищення піддають слабкій сульфатації у барабанних сульфитаторах чи сульфатаційних ваннах.

Сировина після очищення має потребу в інспекції й доочищенні. При виконанні цих операцій вручну з картоплі видаляють залишки шкірочки, вічка, ушкоджені й підгнилі ділянки й інші дефекти. Найчастіше доочищення картоплі й овочів проводиться на стрічкових конвеєрах, розділених поздовжніми перегородками. Відходи видаляються гідротранспортером чи зворотним ходом стрічки транспортера доочищення. Доочищення сировини — дуже трудомістка операція. Особливо великі витрати праці на доочищенні картоплі й овочів при переробці некондиційної сировини. Так, із загальних витрат праці, необхідних для вироблення 1 т сушеної картоплі, на доочищення бульб припадає близько 60 %. З метою зменшення трудомісткості цієї операції на заводах, оснащених устаткуванням для механічного очищення картоплі, застосовують глибоке очищення бульб, однак при цьому віддаляється найцінніша частина продукту. Кількість відходів у процесі виробництва суше-

ної картоплі досягає 60 % і більше; їх використовують для одержання крохмалю.

На ряді заводів після очищення картоплю піддають лише частковому доочищенню, а дефектні шматочки, що залишилися, відбирають вручну при сортуванні готового продукту. Однак сортування сушеної картоплі — також дуже складна операція, що вимагає значних витрат праці, особливо при сортуванні кубиків: при цьому продуктивність знижується майже в 3 рази порівняно із сортуванням стовпчиків. Тому вироблення сушеної картоплі за зазначеною технологією може бути ефективним лише при механізації процесу сортування. На ряді овочесушильних заводів для цієї мети встановлені сортувальні автомати англійської фірми «Гансонс Сортекс лімітед».

Розроблено технологію процесу сортування сушеної картоплі на цих автоматах. Для успішної експлуатації автомата потрібно, щоб при сортуванні продукту був використаний необхідний фон. Дослідженнями встановлено, що найближчими до сушеної картоплі за відбивною здатністю є фони ВК-3 чи АК-9, експериментально підібрані при зміні відтінку від жовтого до білого. На більшій частині спектра в інтервалі 510—720 мкм продукт і фон ВК-3 мають однакову відбивну здатність.

Витрати праці на процесах доочищення і сортування сушеної картоплі скорочуються в 6 разів — з 30—45 до 5 чол.-днів на 1 т сушеного продукту.

Якість картоплі, нарізаної кубиками і виробленої на лінії із сортуванням на автоматах, практично не відрізняється від якості продукту, нарізаного стовпчиками при ручному доочищенні бульб, що підтверджується даними табл. 3.

Після доочищення бульби піддають повторній обробці сульфідними розчинами і спрямовують на різання. Ріжуть картоплю на стовпчики перерізом 3х5 мм і довжиною не менше 10 мм, кубику з розміром граней 5—9 мм і пластинки завтовшки не більше 4 мм, завдовжки і завширшки 9—12 мм.

Однією з обов'язкових умов високої якості різання картоплі, бланшованої цілою, є охолодження доочищених бульб до 20—25 °С (у центрі бульби). Неохолоджену картоплю не вдається розрізати на шматочки у формі паралелепіпеда. Досліди показали, що температура в центрі бульб після обробки в ПВТА значно вище зазначеної і становить: при виході з термостата — 72—77, після мийно-очисної машини — 53—54 і після ручного доочищення — 45—55 °С. Для охолодження доочищену картоплю під час її руху закритим транспортером обдувають повітрям.

Утворювані в процесі різання дрібні шматочки продукту відсівають на ситах з комірками діаметром 4 мм, де одночасно з поверхні

Таблиця 3

Назва	Коефі- цієнт набуха- ння	Трива- лість розварю- вання, хв	Вміст в перерахунку на абсолютну суху речовину, %	
			водоро- зчинних речовин	крохма- лю
1	2	3	4	5
Картопля на лінії з авто- матичним сортуванням у вигляді:				
кубиків	2,66	7,5	13,5	60,80
стовпчиків	2,30	24,0	13,8	61,92
Відходи продукту (куби- ки) на лінії з автоматичним сортуванням	2,54	9,0	13,9	55,43

Закінчення табл. 3

Назва	Вміст в перерахунку на абсолютну суху речовину, %			
	загаль- ного азоту	цукрів		
		редуку- ючих	цукро- зи	загаль- ний
1	6	7	8	9
Картопля на лінії з авто- матичним сортуванням у вигляді:				
кубиків	3,55	3,73	0,74	4,47
стовпчиків	3,55	3,30	0,51	3,81
Відходи продукту (куби- ки) на лінії з автоматичним сортуванням	3,00	3,73	0,17	3,90

шматочків за допомогою душових пристроїв видаляється крохмаль. Для картоплі, очищеної пароводотермічним чи водопаровим способом, душ не застосовують, оскільки тканина пробланшована.

При паровому, механічному і лужному способах очищення наріза-
на і промита картопля бланшується у парових бланшувальниках протя-
гом 4—6 хв при температурі 95—98 °С, потім промивається холодною
водою для видалення з поверхні шматочків крохмального клейстеру. При

бланшуванні шматочки картоплі проварюються до напівготовності, консистенція стовпчиків при цьому пружна. Занадто глибока теплова обробка шматочків картоплі з доведенням до повної готовності призводить до зайвого їх розм'якшення і підвищених виробничих втрат.

Численними дослідженнями встановлено, що при бланшуванні цілих бульб хімічний склад сировини краще зберігається. Так, вміст вітаміну С в бульбах, бланшованих цілком, становить 80—85 %, а вміст загального цукру і крохмалю зменшується відповідно на 5—7 і 1—2 % порівняно з вихідним. Зниження загального вмісту цукрів пояснюється руйнуванням моноцукрів під дією тепла, а також частковим видаленням їх з поверхні бульб у термостаті і мийно-очисній машині. Зниження вмісту крохмалю зумовлене гідролізом його в результаті теплової обробки бульб і утворенням декстринів.

Вміст сухих речовин у бланшованій нарізаній картоплі зменшується на 3—4 % за рахунок їх вимивання у процесі бланшування й охолодження (промивання водою); вміст цукрів знижується на 29—30 %, тобто в 4 рази більше, ніж при бланшуванні цілих бульб. Вміст вітаміну С й амінокислот зменшується в два рази порівняно з вихідним в основному за рахунок вимивання.

Картопля, призначена для тривалого зберігання, перед сушінням обробляється розчином бісульфіту натрію шляхом рясного обприскування нарізаного бланшованого продукту. Підготовлена картопля передається похилим завантажувальним транспортером на сушіння.

Обов'язковою умовою нормальної роботи сушарки є безупинне і рівномірне її завантаження підготовленим продуктом.

Рівномірне настилення сировини забезпечується рівномірним її подаванням на транспортер, що завантажує овочерізку. Кількість підготовленої сировини, подаваної до овочерізки за одну хвилину, повинне строго відповідати вимогам технологічного режиму, встановленого для даного виду овочів.

Підготовлена сировина, що надходить на першу сушильну стрічку, повинна розподілятися по всій її ширині шаром однакової товщини. На стрічці не повинно залишатися порожніх місць, через які б вільно проходило повітря. Це порушує режим сушіння, є причиною нерівномірної вологості вихідного продукту і великого відсотку підсмажених шматочків, що знижує якість сушених овочів.

У процесі сушіння треба стежити, щоб вентилятори сушарки на відсмоктуванні відпрацьованого повітря і на подаванні його в сушарку працювали на повну потужність, тому що від цього залежить продуктивність сушарки і якість продукту.

Вентиляція, призначена для видалення із сушарки відпрацьованого повітря повинна створювати в ній деяке розрідження (близько

40—50 Па над верхньою стрічкою). При цьому прискорюється процес випарювання вологи.

Підготовлена сировина, що надходить на верхню стрічку, переноситься при русі стрічки в інший кінець сушарки, де пересипається на другу стрічку. З другої стрічки вона в такий же спосіб надходить на третю стрічку, а потім на четверту і п'яту. Сходом з четвертої (чотиристрічкова сушарка) чи п'ятої (пятистрічкова сушарка) повинен виходити готовий сушений продукт.

При правильно встановленому режимі сушіння продукт на виході із сушарки рівномірно висушений (містить вологи відповідно до вимог державних стандартів) і не має недосушених чи пересушених частинок. Одночасно досягається максимальна продуктивність установки. Якщо у вихідному продукті виявляються недосушені шматочки, їх відбирають і негайно завантажують на четверту чи п'яту стрічки для досушування. При несвоечасному досушуванні вологі шматочки продукту закисають, пліснявіють. Випуск сушеного продукту зі вмістом вологи нижче стандартної на 1 % неприпустимий, тому що це пов'язано зі зниженням продуктивності сушарки і перевитратою сировини.

Якщо при повній завантаженості стрічок і суворому дотриманні режимів продукт виходить із сушарки пересушеним, треба перевірити навантаження продукту на першу стрічку сушарки (товщину шару продукту), довести його до норми й у разі потреби трохи знизити тиск пари, що надходить у калорифери апарату.

У випадку виходу із сушарки продукту з підвищеною проти норми вологістю чи наявністю більш 2 % недосушених шматочків варто перевірити температуру конденсату, що виходить з нижнього калорифера сушарки. При зниженій температурі конденсату потрібно пропустити парою калорифер, пропустивши його в обвід конденсаційного горщика; якщо цього буде недостатньо, треба підвищити тиск пари.

При сушінні картоплі частково руйнуються вітаміни (аскорбінова кислота — близько 15%, вітамін B₁ — на 23%), зменшується вміст цукрів і водорозчинних речовин, структура тканини ущільнюється, консистенція продукту стає твердою, склоподібною. Зміна вмісту цукрів і азоту, амінокислот картоплі зумовлена головним чином неферментативними процесами, зокрема перебігом хімічних реакцій між цими речовинами, що призводять до утворення темнозабарвлених сполучень — меланоїдинів.

При сушінні шматочки продукту нагріваються, а в результаті випарювання вологи концентрація речовин з карбонільними й амініними групами збільшується, що сприяє прискореному перебігу між ними хімічних реакцій. Отже, при висушуванні продукту виникає небезпека потемніння картоплі.

Утворення темнозabarвлених речовин — меланоїдинів являє собою складний окисно-відновний процес, супроводжуваний утворенням проміжних з'єднань: глюкозиламіну, фурфуролу, оксиметилфурфуролу, води, вуглекислого газу й ін. Спектрофотометричне дослідження дає можливість знайти зміни цукрів, оскільки спектри поглинання чистих цукрів і продуктів їхнього розкладання різні. Наприклад, глюкоза дуже слабо поглинає в ультрафіолетовій області спектра. Розчин чистого глюкозиламіну має максимум поглинання в ультрафіолетовій частині спектра при довжині хвилі 273 мкм.

Аналіз кривих, що характеризують абсорбцію спиртоводного екстракту тканин картоплі (рис. 2), дає можливість установити, що поглинання світла екстрактом тканини свіжої картоплі 1 не дає яскраво виражених максимумів і мінімумів. Характер кривих 2—4 свідчить про те, що в процесі сушіння і подальшого збереження картоплі утворюються нові сполуки, що різко змінюють оптичну щільність досліджених екстрактів.

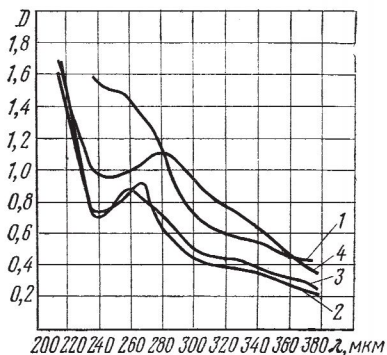


Рис. 2. Криві абсорбції спиртоводних екстрактів картоплі:
1- свіжа картопля; 2- картопля після сушіння; 3- сушена картопля після двох місяців зберігання; 4- сушена картопля після восьми місяців зберігання

Отже, вже у процесі сушіння картоплі відбуваються початкові стадії потемніння, пов'язані з конденсацією редуруючих цукрів і амінокислот, а потім перетворенням продуктів конденсації, у результаті чого утворюються нові проміжні сполуки, що містять хімічно активні вільні карбонільні й амільні групи.

Реакції, у результаті яких продукт темніє й утворюється так звана у практиці підсмажка, можуть проходити під час сушіння, якщо температурний режим його несприятливий, чи під час наступного збереження сушеної картоплі. Для зменшення інтенсивності процесів, які викликають погіршення якості сушеної картоплі, режими сушіння повинні бути такими, щоб залучення речовин у хімічні реакції, що спричиняють потемніння, було мінімальним.

Виникнення і перебіг реакцій, що спричиняють потемніння, зумовлені вмістом води в продукті. У дуже сухих і твердих речовинах цукри й амінокислоти взаємодіють дуже повільно. Тому зневоднювання картоплі й овочів до низької кінцевої вологості й розфасовка готового продукту в герметичну тару — надійний спосіб, що попереджає їхнє потемніння і псування. Картопля, висушена до низького вмісту води (6—7 %), у 3 рази довше не змінюється при зберіганні, ніж із вмістом 11—12 % води. Одержання сушеної картоплі пониженої вологості, нарізаної стовпчиками перерізом 3х5 мм, на парових конвеєрних сушарках пов'язане зі збільшенням тривалості процесу на 90 хв (300 хв проти 210 при сушінні до вологості 12 %). Це зумовлено такими факторами: випарюванням великої кількості адсорбційно-зв'язаної води, зменшенням швидкості сушіння в міру зниження вмісту води в картоплі; ущільненням шматочків, унаслідок чого утруднюється дифузія води від центра до периферії; проведенням другого періоду сушіння при низьких температурах теплоносія для запобігання потемнінню картоплі.

Картоплю, нарізану стовпчиками завтовшки більше 3 мм і кубиками, рекомендується сушити у дві стадії: спочатку до вологості 10—12 % у чотири- чи п'ятистрічкових парових конвеєрних сушарках, а потім досушувати до нижчої (6—7 %) вологості в іншій сушарці, наприклад бункерній чи ПКС-20. Це дає можливість зберегти продуктивність основної сушарки. У силікагелевій бункерній сушарці сушену картоплю досушують, продуваючи через її шар зводнене повітря, підігріте до 30—34 °С. Повітря відсмоктується вентилятором з верхньої частини бункера, проходить через силікагелевий фільтр, де зневоднюється, і потім нагнітається в нижню частину бункера під решітку з продуктом.

Тривалість досушування до 6—7 % води сушеної картоплі у вигляді стовпчиків — 12 год, а кубиків — 23 год. При підвищенні температури повітря до 44—48 °С тривалість досушування скорочується до 8 год.

Таке досушування можна проводити за відносно низьких температур повітря, що має велике значення для збереження якості продукції, проте внаслідок низької швидкості руху повітря (0,35—0,40 м/с), великої висоти шару і нерухомого стану продукту процес досушування сильно подовжується. Значно швидше сушена картопля досушується в сушарці ПКС-20, де вона розташовується тонким шаром, безупинно рухається і триразово переміщується (пересипаючись зі стрічки на стрічку). Вологість сушеної картоплі знижується з 10—12 до 6—7 % за 80 хв.

У процесі досушування підтримують наступну температуру повітря над стрічками: першою — 55, другою — 60, третьою — 60, четвертою — 40 °С за відносної вологості відпрацьованого повітря 35—38 % і питомого навантаження продукту 4,7 кг/м².

Тривалість сушіння залежить від температури теплоносія: з її підвищенням сушіння прискорюється. Підвищення температури повітря до 110—120 °С допустиме тільки на початку сушіння, коли вологість картоплі висока; на інших етапах сушіння температуру повітря слід знижувати відповідно до зменшуваної вологості продукту.

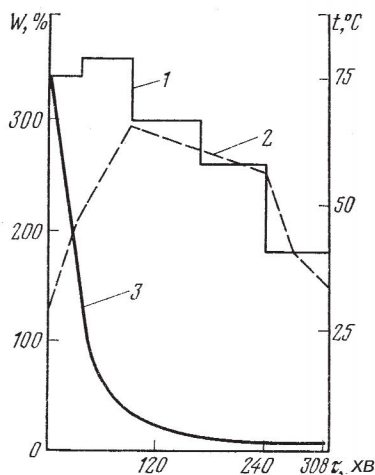


Рис. 3. Зміна параметрів у процесі сушіння:
1 — температура повітря; 2 — температура поверхні стовпчиків; 3 — вміст
вологи в картоплі (у перерахунку на абсолютно суху речовину)

Зміна параметрів процесу ілюструється графіком на рис. 3.

Картоплю, нарізану стовпчиками перерізом 3х7 мм, сушили в п'ятистрічковій паровій конвеєрній сушарці при питомому навантаженні 16 кг/м², температурі повітря над першою стрічкою 75 °С, другою — 77, третьою — 70, четвертою — 65 і п'ятою — 45 °С.

На початку сушіння температура продукту значно нижче температури «сухого» термометра. В міру видалення води з картоплі його температура підвищується і наприкінці другої стрічки (87 хв) наближається до температури «сухого» термометра. Наприкінці третьої (164 хв) і четвертої (241 хв) стрічок вміст води в продукті нижче стандартного — відповідно 11 і 8 %, а температура продукту досягає 54—64 °С. На цій стадії сушіння утворюються побурілі шматочки (близько 3—4 %). Зниження температури повітря над третьою, четвертою і п'ятою стрічками на 5—15 ° не впливає на ступінь зневоднювання картоплі. За цих умов картопля не темніє, у ній краще зберігаються цукри й амінокислоти.

Отже, змінюючи температуру повітря, особливо на останній стадії сушіння, можна регулювати вміст у картоплі основних компонентів, що беруть участь у цукроамінних реакціях.

Для одержання сушеного продукту високої якості без побурілих шматочків у процесі одностадійного сушіння треба підтримувати таку температуру повітря, °С: над першою стрічкою — 70, над другою — 75, над третьою — 60, над четвертою — 50, над п'ятою — 40.

При двостадійному сушінні картоплі у вигляді кубиків у процесі досушування температура повітря над першою стрічкою повинна бути 50, над другою — 55, третьою — 50 і четвертою — 45 °С. Відносна вологість повітря — 35—38 %, питоме навантаження 4—5 кг/м².

Для збільшення стійкості сушеної картоплі при збереженні в умовах підвищеної температури (25—30 °С) треба, щоб вологість готового продукту була мінімальною (3—4 %).

Сушити картоплю до вмісту води нижче 6 % в умовах виробництва нерентабельно через великі витрати часу і коштів. Тому для забезпечення досушування продукту в процесі збереження у тару закладають вологопоглиначі.

Такий спосіб доцільний для досушування сушеної картоплі вологістю 6—7 %; при досушуванні більш вологого продукту значно збільшується витрата вологопоглиначів і герметичної тари. Вибирають поглинач без запаху, з великою середньою щільністю, дешевий і такий, що добре поглинає вологу, не токсичний, не розріджується при поглинанні води і не кородуючий тару.

Коренеплоди (морква, буряки, білі корені)

Моркву і буряки обробляють для сушіння за технологічною схемою, прийнятою для картоплі з пароводотермічним очищенням. Моркву також обробляють за схемою із застосуванням парового способу очищення.

Моркву піддають в апаратах ПВТА глибокій термічній обробці, а *буряки* варять до готовності. Така обробка забезпечує одержання сушеного продукту з коротшим часом відновлення (20—2 хв замість 35—45 за звичайного бланшування).

Раціональніше піддавати коренеплоди тепловій обробці цілими, тому що бланшування їх у нарізаному вигляді супроводжується великими втратами цукрів, барвних та інших розчинних речовин, що знижує харчову цінність продукту. Обробку в ПВТА проводять за спеціальними режимами залежно від вигляду і розміру коренеплодів. Для кращого очищення моркви від шкірочки в термостат додають водяні розчини лугів, що хімічно впливають на шкірочку. Під дією лугу при температурі 75 °С протопектин підшкірного шару моркви переходить у розчинні солі пектинової кислоти, що сприяє кращому відокремленню шкірочки в мийно-очисній машині.

Для лужної обробки моркви можуть застосовуватися розчини гідроксиду натрію (NaOH) — 0,1 %, карбонату натрію (Na_2CO_3) — 0,5 % і гідроксиду кальцію [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] — 0,75 %. Тривалість обробки лужним розчином — 10 хв. Лужний розчин у термостаті обновляють поступово. Після кожних двох циклів вивантаження моркви з автоклава в термостат частину розчину замінюють свіжим. При використанні лужних розчинів треба стежити за ретельним їх змиванням у мийно-очисній машині. Шкірочка в машині повинна змиватися з моркви проточною водою до повного видалення слідів лугу. Якість відмивання контролюють лакмусовим папірцем.

Білі корені (петрушку, селеру, пастернак) миють у кулачкових чи барабанних мийних машинах, зважують і передають на інспекцію, під час якої видаляють тонкі відростки, корінці, дрібні й зіпсовані екземпляри. Очищення білих коренів від шкірочки проводиться двома способами: механічним або хімічним (лужним). Після очищення їх ретельно промивають і подають на ручне доочищення, за якого обрізають головки, видаляють залишки шкірочки, темні плями й ін. Потім корені ріжуть на овочерізках стовпчиками перерізом 3х5 мм чи кубиками з розміром грані 6—8 мм і передають на сушіння без бланшування. Підготовлені корені сушать у парових конвеєрних сушарках за двома режимами: до вологості не більше 14% (табл. 4) і не більше 8% (для тривалого зберігання).

Щоб *буряки* не прилипали до стрічок, першу і другу попередньо змазують шаром соняшникової олії. Сушіння нарізаних стовпчиками буряків до вмісту води 6—7 % проводять на сушарці ПКС-20 при питомому навантаженні на першій стрічці 11 кг/м², тривалості процесу 256 хв і температурі повітря над стрічками, °C: першої — 74, другої — 72, третьої — 56, четвертої — 40.

Моркву у вигляді стружки зі зниженою вологістю одержують при сушінні за таким режимом: подача повітря в сушарку 36000 м³/год; температура повітря над стрічками, °C: першої — 70, другої — 72, третьої — 65, четвертої — 58, п'ятої — 47; навантаження на 1 м² поверхні першої стрічки 8 кг; тривалість сушіння 300 хв. Тривалість сушіння кубиків моркви 8х8х8 мм до 8% води 528 хв, а розміром 6х6х6 мм — 265 хв, кубиків буряків тих самих розмірів відповідно 360 і 250 хв.

Ріпчаста цибуля

Цибулю доставляють на переробку з цибулесховища автомашинами або за допомогою транспортерів. Після зважування її очищують від верхніх сухих і грубих лусок, видаляють шийку і денця. Для очищення використовують машини чи потокові лінії. На деяких заводах овочесушильної промисловості при очищенні цибулі шийку і денця об-

Таблиця 4

Режим сушіння	Картопля			Моркова			Буряк		Білі корені, стовп- чики	Цибуля, крупки	Капуста стружка	Зеле- ний горо- шок	Час- ник, ку- соч- ки	Пря- на зе- лень
	Стов- пчики	Куби- ки	Стов- пчики	Стов- пчики	Куби- ки	Стов- пчики	Стов- пчики	Куби- ки						
	КСА-80	СПК- 4г-90	КСА-80	СПК- 4г-90	КСА-80	СПК- 4г-90	КСА-80	СПК- 4г-90						
Кількість завантажувачого продукту,кг/хв	10,5	10,0	15,4	10,5	7,0	15,0	9,5	12,6	10,6	9,0	9,0	4/6*	0,8	2,7
Навантаження на поверхні першої стрічки,кг/м ²	16,5	15,1	22,0	14,0	16,0	20,3	12,5	17,0	14,0	13,6	13,6	10/15*	3,0	3,6
Швидкість руху стрічок,м/хв														
першої	0,31	0,33	0,35	0,38	0,22	0,37	0,38	0,37	0,38	0,33	0,33	0,00	0,13	0,38
другої	0,24	0,20	0,30	0,26	0,20	0,31	0,26	0,25	0,26	0,20	0,23	0,19	0,09	0,26
третьої	0,16	0,18	0,31	0,17	0,14	0,30	0,15	0,20	0,15	0,18	0,20	0,15	0,13	0,22
четвертої	0,12	0,13	0,23	0,11	0,10	0,23	0,12	0,16	0,12	0,15	0,15	0,13	0,10	0,15
п'ятої	—	—	0,20	—	—	0,21	—	—	—	—	—	—	—	—
Температура повітря над стрічками,°С														
першою	60	55	60	50	55	55	50	70	50	55	50	70	60	60
другою	65	70	70	65	70	70	75	75	55	60	60	65	55	50
третьою	60	65	80	60	70	70	65	65	55	55	60	60	60	45
четвертою	55	50	70	55	55	65	60	55	45	50	50	50	50	40
п'ятою	—	—	50	—	—	50	—	—	—	—	—	—	—	—
Кінцева вологість готового продукту,%	11–12			13–14			13–14							
Відносна вологість відпрацьованого повітря,%	46	45	46	36	40–45	50–56	36	40–45	35–40	43	43	47	35	35–40
Загальна тривалість сушіння,хв	210	210	180	205	264	182	205	180	205	230	200	210	155	180
Продуктивність сушарки,кг/год	175	165	210	100	109	115	104	130	126	113	48	74	17,5	—
Витрати повітря,м³/год	28 000		33 000	28 000		33 000	28 000							

різають вручну, а луску знімають у пневмоцибулечистках. Для механізованого очищення цибулі на окремих підприємствах установлені потокові лінії: універсальна лінія підготовки і сушіння цибулі (НРБ), лінія очищення цибулі НА-Т/2 (ВНР), комплекс устаткування марки А9-КЧМ і лінія очищення цибулі, у яку входять машини для обрізування шийки і денця і машина для очищення від луски системи М.С. Феценка. При механізованому очищенні цибулі скорочуються відходи сировини і значно підвищується продуктивність праці на цій дуже трудомісткій операції (на виконання її ручним способом припадає до 85 % усіх трудозатрат, потрібних для вироблення 1 т сушеної цибулі).

Після очищення цибулю обполіскують холодною чистою водою чи під душем у мийних машинах, потім дають воді стекти і подають цибулю в шинкувальну машину, де шаткують кружечками завтовшки 3—4 мм. Нарізану цибулю подають у сушарку без бланшування. Сушать цибуля до вологості не більше 14 %. Для тривалого збереження сушеного продукту і забезпечення вищого вмісту в ньому вітаміну С сировину перед сушінням обробляють 0,2—0,3 % -ним розчином бісульфіту натрію шляхом душовального обприскування протягом 3 хв чи занурення в розчин на 1—2 хв і зневоднювання до 6—8 % -ний вологості. Режими сушіння цибулі до залишкової вологості 13—14 % див. у табл. 4. Продукт із кінцевою вологістю 6—8 % одержують при питомому навантаженні 12,4 кг/м², кількості завантаженої сировини 5,7 кг/хв, температурі повітря над стрічками, °С: першої — 48, другої — 52, третьої — 50, четвертої — 36; відносної вологості відпрацьованого повітря 43 %. Загальна тривалість сушіння — 268 хв.

Білокочанна капуста

Капусту подають у цех із сировинної площадки або з овочесховища автомашинами чи транспортерами, сортують за розміром, видаляють пухкі головки, після чого висвердлюють качани спеціальними качановисвердлювачами, що являють собою конусоподібні спіральні свердла. Качановисвердлювач має працювати за частоти обертання свердла 200 хв⁻¹. Для забезпечення якісного очищення й одержання мінімальної кількості відходів треба мати свердла трьох розмірів відповідно до діаметра качана і головок різної величини. Після висвердлювання качана головки надходять на очищення від зовнішніх грубих темно-зелених листів. Внутрішні здорові, щільно прилягаючі ясно-зелені листи доцільно залишати завдяки високому вмісту в них цінних мінеральних солей і вітаміну С. Кількість відходів при цьому значно зменшується.

Очищають капусту вручну, добре загостреними кухонними ножами на спеціальних столах. Очищену капусту інспектують на стрічковому транспортері, потім нарізають на шинкувальних машинах у вигляді вузької і рівномірної стружки завширшки 3—4 мм. Тонке нарізання капусти сприяє кращому і швидшому видаленню води в процесі сушіння. Частота обертання диска машини 240—300 хв⁻¹. Між серпоподібними ножами машини повинен бути проміжок 3—4 мм, причому лезо наступного ножа має відстояти від крайки попереднього на 1—2 мм. Для поліпшення якості різання, уникнення рваних шматочків і для рівномірного шинкування треба стежити за станом ножів, їхнім своєчасним загостренням і регулюванням проміжку. Машину варто завантажувати сировиною повністю, безупинно, не допускаючи вібрації диска.

З випробуваних способів термічної обробки капусти найраціональніше бланшування парою протягом 2—3 хв, оскільки вона забезпечує повну інактивацію окисних ферментів, що сприяє кращому збереженню вітаміну С в процесі сушіння і збереження капусти за найменших втрат сухих речовин сировини. Бланшують капусту в паровому стрічковому бланшувальнику за товщини шару 3—4 см і температури в паровій камері не нижче 93° С. Тривалість обробки регулюється швидкістю руху стрічки бланшувальника і кількістю подаваної в камеру пари. Закінчення бланшування визначають за консистенцією і зовнішнім виглядом продукту (стружка напівпрозора), інактивацію ферментів — пробою за гваяколом. Температура продукту при виході з парової камери повинна бути не нижче 81° С. Дотримання цих умов сприяє меншому вилужуванню екстрактивних речовин і руйнуванню вітаміну та прискорює процес сушіння.

Сульфатація капусти перед сушінням забезпечує збереження кольору, запаху, смаку, вітаміну С в процесі сушіння й особливо у подальшому збереженні. З цією метою при виході з бланшувача капусту рясно обприскують холодним 0,08—0,1% -ним розчином бісульфіту натрію (у перерахунку на SO₂) на спеціальній установці. Сульфітний розчин зі сталевих резервуарів під тиском 0,3 МПа подається через розпилювальні форсунки, встановлені біля виходу з парової камери над стрічкою бланшувача. Тривалість обробки — 20 — 25 с. Вміст SO₂ у свіжовисушеної капусти має бути не більше 0,06%. Після сульфатації капуста надходить на сушіння. Сушать капусту до 13 — 14% -ної вологості за режимами, наведеними у табл. 4. Капусту з кінцевою вологістю не більше 6—8% одержують при дотриманні такого режиму сушіння: питоме навантаження сировини на першу (верхню) стрічку — 7,4 кг/м²; кількість завантажуваної сировини — 4,9 кг/хв; температура повітря над стрічками, °С: першого — 55, другого — 62, третього — 60, четвертого — 50; відносна вологість відпрацьованого повітря — 42%. Загальна тривалість сушіння — 280 хв.

Зелений горошок

Технологічні процеси підготовки горошку до сушіння включають в себе такі операції: обмолочування стручків, видалення сторонніх домішок — важких (камінчики, земля) і легких (стулки, листи, обривки бадилля, дроблені стручки), миття, калібрування, інспекція і бланшування.

Вимолочування бобів чи відокремлення зерен від стулок проводиться на молотильних чи луцильних машинах. Молотильна машина переробляє скошену масу, що складається з бадилля і бобів. Робочим органом машини є горизонтальний сітчастий барабан, що укладений у кожух і повільно обертається навколо своєї осі. Усередині цього барабана концентрично розташований інший барабан з дерев'яними лопатями, що обертається з більшою швидкістю. У просторі між барабанами боби попадають під удари обертових лопатей і розбиваються. Звільнені зерна проходять через сітчасту поверхню зовнішнього барабана і відводяться транспортером на наступну операцію. У кінці барабана відходи видаляються з машини. Відходи багаті вуглеводами, азотистими і мінеральними речовинами і використовуються як корм для худоби чи добрива.

Для звільнення зерен від бобів використовуються луцильні машини, споряджені обертовим валом з лопатями, що розбивають боби. Вихід зерен становить 15 — 20% від усієї зеленої маси і 40 — 42% від маси бобів. Для очищення від домішок зерна горошку пропускають через віялку (зерновий сепаратор), що являє собою систему сит, що здійснюють зворотно-поступальний (струсний) рух. Перше сито з круглими отворами (12 — 15 мм) пропускає горошок і затримує стулки, камені, залишки бадилля й інші домішки; друге сито служить для відділення домішок, середніх за розміром; третє (нижнє) сито з отворами діаметром 1,5 — 2,0 мм затримує горошок, пропускаючи дрібні домішки. Крім того, машина обладнана аспіратором, який за допомогою створюваного ним потоку повітря відокремлює легкі домішки.

Свіжообмолочений і очищений від домішок горошок спрямовується на миття. Горошок мийуть у флотаційних мийних машинах, гідрожолобі «Лабіринт» чи мийній машині «Ольней», обполіскують під душем й інспектують на стрічковому транспортері. Під час інспекції видаляють залишки сторонніх домішок, залишки стулок, а також ушкоджені зерна.

Промиті й інспектовані зерна горошку надходять на калібрувальну машину, де розділяються на два розміри: дрібний (прохід через 8-міліметрове сито) і великий (схід із сита).

Наступні процеси — бланшування і сушіння — проводять роздільно за розмірами зерна. Бланшують горошок у водяних бланшувачах про-

тягом 3 — 4 хв (залежно від розміру) при температурі води не нижче 92 °С. Під час бланшування колір горошку змінюється від світло- до темно-зеленого, що є однією з органолептичних ознак закінчення процесу. Зелений колір горошку, зумовлюваний наявністю хлорофілу, добре закріплюється при слаболужній реакції (рН 7,1—7,4) бланшувальної води, що досягається доданням у воду бікарбонату натрію.

Нормально бланшований горошок стає м'якішим; при здавлюванні зерна між пальцями оболонка повинна легко відокремлюватися. Після бланшування горошок сушать до кінцевої вологості не більше 14 % (режим сушіння див. у табл. 4). Сушений продукт сортують на розсіві чи сепараторі з двома ситами: верхнє з круглими отворами діаметром 7 мм і нижнє з подовжніми отворами 3х20 мм. Схід з верхнього сита дає горошок першого сорту, з нижнього сита — вищого сорту. Прохід через нижнє сито складається з часток зерен і оболонки і належить до відходів. Калібрований горошок інспектують з метою добору зерен недосушених, підсмажених, зіпсованих і з іншими дефектами, потім пропускають через магнітні загородження.

ТЕМА 5

ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СУШЕНОЇ КАРТОПЛІ Й ОВОЧІВ

За використання технологічної схеми виробництва сушених картоплі й овочів з паровим очищенням сировини (рис. 4) сировина з овочесховища гідротранспортером надходить на ковшовий елеватор, привід якого оснащений варіатором швидкостей, що дає можливість рівномірно подавати сировину на виробництво в потрібній кількості. Подана сировина надходить у малий проміжний бункер, а потім на автоматичні ваги ДКР-50; з ваг — у бункер-нагромаджувач місткістю 150 кг, а з нього у вібраційно-мийну машину ММКВ-2000. Між бункером-нагромаджувачем і мийною машиною є брезентовий фартух, що зменшує шум від вібромийки і не дозволяє овочам висипатися на підлогу. У стінці бункера передбачено щілиноподібний отвір для контролю за наповненням бункера сировиною і проштовхування овочів у випадку їхнього заклинювання в бункері, що буває рідко.

Вимиті овочі скребковим транспортером подаються в парову очисну машину, де вони обробляються парою тиском 0,35—0,42 МПа протягом 60—70 с (картопля), тиском 0,3—0,35 МПа 40—50 с (морква) і 90 с (буяки). При обробці парою шкірочка і тонкий поверхневий шар м'якоти (1—2 мм) сировини прогріваються, під шкірочкою утворюється пара. У результаті значного перепаду тисків на виході з апарата шкірочка спучується, лопається і легко відокремлюється водою у мийно-очисній ма-

шині. Кількість відходів і втрат у цій машині залежить від глибини провару і ступеня розм'якшення підшкірного шару. Встановлено — що вище тиск пари, то менше часу потрібно на обробку сировини. Це у свою чергу приводить до значно меншої глибини провару підшкірного шару і зменшення втрат цінного продукту.

Оброблені паром корене- і бульбоплоди надходять у барабанну мийно-очисну машину, куди надходить вода під тиском 0,3—0,5 МПа; тривалість витримування в ній овочів регулюється кутом нахилу барабана. Кількість цілком очищених овочів становлять 97—99 %.

Застосування парового очищення овочів, за якого не потрібно калібрувальної станції (при пароводотермічному, механічному і водопаровому способах очищення калібрування картоплі й овочів обов'язкове), дозволяє створити компактний вузол попередньої підготовки овочів до очищення, значно скоротити встановлену потужність електродвигунів, виробничу площу і знизити відходи сировини.

Картопля й овочі будь-яких форм і розмірів добре очищуються, мають сиру (небланшовану) м'якоть, тому добре подрібнюються на коренерізках. Цей спосіб очищення почав широко впроваджуватися на овочесушильних, консервних і картоплепереробних підприємствах України. Парове очищення овочів і картоплі проводиться на машинах різної конструкції. В Україні з цією метою експлуатуються машини бельгійської фірми марки ІМС-392 і машини марки ТА аналогічної конструкції (рис. 4).

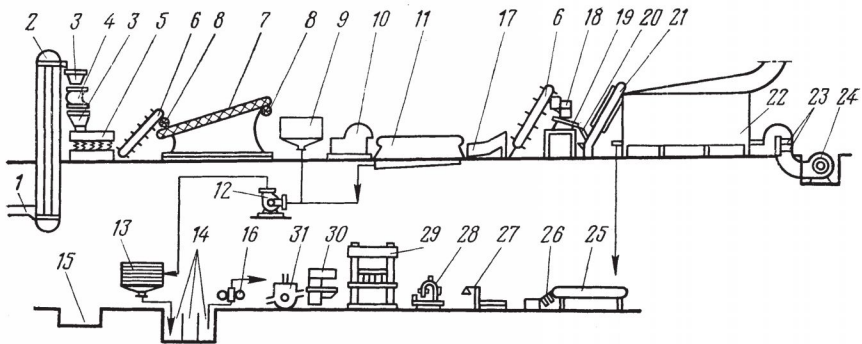


Рис. 4. Технологічна схема виробництва сушених картоплі й овочів із застосуванням парового способу очищення:

1 — гідротранспортер; 2 — ковшований елеватор; 3 — бункер; 4 — ваги ДКР-50; 5 — вібраційно-мийна машина ММКВ-200; 6 — скребковий транспортер; 7 — машина для парового очищення; 8 — турнікети; 9 — мийно-очисна машина; 10 — сульфітатор; 11 — конвеєр доочищення; 12 — відцентровий насос; 13 — решітчастий барабан; 14 — відстійники; 15 — бетонна місткість; 16 — шестерінчастий насос; 17 — елеваторна мийна машина; 18 — овочерізка; 19 — сито-трясун; 20 — настільний лоток; 21 — паровий бланшувальник БКП-400; 22 — парова конвеєрна сушарка КСА-80; 23 — калорифер; 24 — вентилятор; 25 — транспортер для сортування; 26 — магнітне загородження; 27 — ваги; 28 — машина для зашивання крафт-мішків; 29 — гідравлічний прес; 30 — закатна машина; 31 — ванна для змащення банок

Очищена картопля з барабанної мийно-очищувальної машини надходить у сульфідатор, де обробляється 0,1 % розчином бісульфіту натрію протягом 2 хв, а потім висипається на стрічку конвеєра доочищення. Очищені овочі безпосередньо надходять на доочищення. Транспортерна стрічка конвеєра доочищення завширшки 750 мм розділена металевими планками уздовж на три частини. Крайніми частинами стрічки рухається сировина, яку потрібно дочистити, а по середній — дочищена вручну. По обидва боки конвеєр обшитий листовим залізом. Робітниці сидять уздовж конвеєра на гвинтових стільцях, висота сидінь яких змінюється залежно від росту робітниці. По обидва боки транспортерної стрічки є решітки, через які відходи надходять у гідротранспортер, що проходить під конвеєром доочищення, і насосом ЦНФ відкачуються за межі цеху. Разом із твердими очистками відкачуються і рідкі відходи від барабанної мийної машини. Відходи спрямовують на обортовий ґратчастий барабан, де рідкі фракції відокремлюються і стікають у три послідовно з'єднаних відстійники, а лущиння надходить у розташовану поруч місткість. Усі відходи використовуються на корм худобі. Для навантаження твердих відходів використовують автотранспортер, а рідкі відходи відкачують з ями шестерінчастим насосом.

Очищені овочі з конвеєра доочищення надходять в елеваторну мийну машину і скребковим транспортером завантажуються в бункер коренерізки. Під машиною для різання овочів встановлено ситотрясун, на якому різана картопля промивається водою для видалення з його поверхні крохмалю. Обидві машини встановлені на металевій площадці.

Нарізаний продукт надходить на настільний лоток, що рівномірно розподіляє його по стрічці парового бланшувальника БКП-400. Бланшовані овочі звичайно прилипають до сітки і не всі зсипаються на стрічку сушарки, тому їх доводиться вигрібати з нижньої частини бланшувальника. Для усунення цього недоліку в лінії передбачений спеціальний струсний пристрій, що періодично приводиться в рух від верхнього валу бланшувальника, викликає вібрацію сітки бланшувальника, і всі бланшовані шматочки продукту зсипаються на стрічку сушарки.

У технологічній схемі виробництва сушеної картоплі та коренеплодів (морква і буряки) з пароводотермічним очищенням (рис. 5) сировину з овочесховища подають елеватором «гусяча шия» у кулачкову мийну машину, потім на інспекційний транспортер, де вручну відбирають некондиційні бульби або коренеплоди. Некондиційну картоплю передають на утилізацію в крохмальний цех. Проінспектована сировина елеватором передається у калібрувальний барабан, де сортується на три розміри і зсипається у відповідні бункери, розташовані під калібрувальником. Сировина кожного калібру окремо пе-

редається стрічковим транспортером і елеватором на бланшування й очищення в пароводотермічний агрегат (ПВТА). Бланшовану й очищену сировину доочищують вручну на конвеєрі, інспектують і зважують на вагах. Доочищений напівфабрикат охолоджують і похилим пластинчастим транспортером подають на радіальний транспортер для завантаження коренерізки. Нарізані шматочки надходять на сушіння.

Технологічна схема виробництва сушеної картоплі на потоково-механізованій лінії з механічним очищенням бульб включає в себе такі операції. Автомашина з сировиною розвантажується гідравлічним автомобільним підйомником, бульби зсипаються по похилих решітках і скребковим транспортером подаються на стрічковий транспортер. Похилі решітки виготовляються зі сталевих лозин завдовжки 2 м із проміжками 10 мм і служать одночасно для відокремлення землі. Сировина стрічковим транспортером чи гідротранспортером подається в кулачкову мийну машину. Мита сировина надходить на інспекційний конвеєр, де видаляються дефектні бульби і сторонні предмети. Картоплю, що пройшла інспекцію, зважують на автоматичних вагах ДКР-50, після чого вона надходить на калібрувальну станцію, де сортується на чотири розміри. Дуже дрібна картопля (діаметром 5 см) передається для переробки на крохмаль, а великі, середні й дрібні бульби надходять у бункер. Калібрована картопля піддається очищенню на абразивних коренечистках періодичної дії чи безперервно діючих картоплеочисних машинах КНА-600М. Очищену картоплю обробляють протягом 2—3 хв 0,1 % -ним (у перерахунку на 50 г) розчином бісульфіту натрію в сульфитаторі МСК-1, після чого передають на доочищення. Доочищену картоплю зважують і скребковим транспортером спрямовують у різку. Різана картопля на струсному ситі ретельно відмивається від крохмалю і надходить на похилий паровий бланшувальник БКП-400, потім на сушіння. Підготовлену за кожною зі схем сировину сушать на парових стрічкових сушарках до вмісту вологи, %, не більше: картопля — 12, овочі — 14; а призначена для тривалого збереження і постачання на експорт — 8. Сушені овочі та картопля після інспекції надходять на фасування й пакування.

Залежно від цілей подальшого використання сушені овочі фасують розсипом або піддають брикетуванню. Зневоднені овочі й картопля, призначені для вироблення різних харчових концентратів і сумішей (суп картопляний, борщ), а також нарізані у формі кубиків чи пластинок, брикетуванню не підлягають, їх розфасовують розсипом. У цих випадках доцільно рекомендувати використання вібраційно-пакувальних столів, що дають можливість збільшити насипну щільність продукту, зменшити витрату тари на 10—15 % і механізувати процес фасування. Число коливань вібратора, на який установлюють

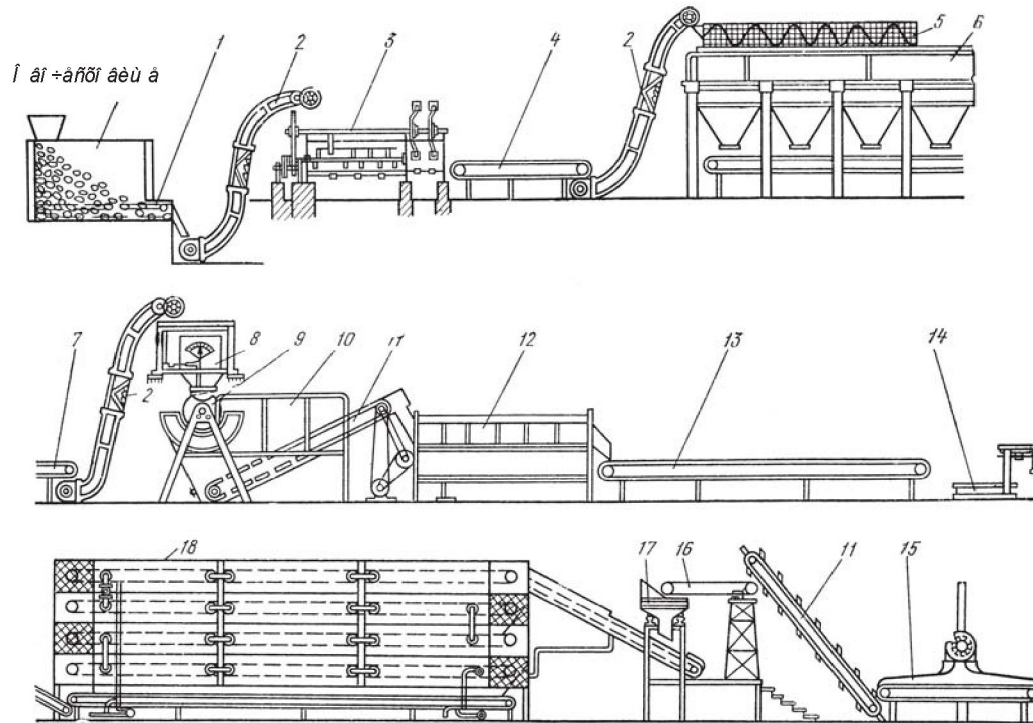


Рис. 5. Технологічна схема виробництва сушених картоплі й овочів із застосуванням пароводотермічного способу очищення:

- 1 — гідротранспортер; 2 — елеватори; 3 — кулачкова мийна машина; 4 — інспекційний транспортер; 5 — калібрувальна машина 6 — бункери; 7 — стрічковий транспортер; 8-автоматичні ваги; 9 — автоклав; 10 — водяний термостат; 11 -похилі транспортери 12 — мийно-очисна машина; 13 — конвеєр доочищення; 14-ваги; 15 — транспортер для охолодження; 16 — радіальний транспортер; 17 — коренерізка; 18 — парова конвеєрна сушарка

тару (банки, ящики), має бути не менше 300 за хвилину, тривалість витримування на вібраторі 3—5 хв.

Зневоднені овочі, картопля і фрукти характеризуються малою середньою щільністю (0,150 г/см³ — сушена капуста; 0,373 — сушена картопля у вигляді кубиків), у результаті чого на їхнє пакування витрачається багато тари, а для збереження і перевезення вимагаються значні складські площі й транспортні засоби.

У промисловості брикетування сушених овочів і картоплі дає можливість значно зменшити їхній обсяг, завдяки чому в кілька разів скорочується витрата тари порівняно з пакуванням розсипом.

При брикетуванні продукти значно ущільнюються: картопля, наприклад, у 3,5, буряк у 4, морква в 4,8, а капуста в 8,8 разів. Брикетування сушених овочів і картоплі проводиться на гідравлічних пресах і є порівняно нескладною операцією при обробці сушених овочів вологістю не більше 14 %. Однак одержати брикети сушеної картоплі вологістю 12 % та овочів і картоплі, зневоднених до низького вмісту води (не більш 8 %), важко. У холодному стані шматочки цих продуктів мають підвищену крихкість і за найслабшого стискування основна маса шматочків (50 — 60 %) перетворюється на крихту.

Для одержання міцних брикетів з мінімальним вмістом сильно подрібнених частинок сушену картоплю звичайної та зниженої вологості, а сушені овочі вологістю не більше 8 % перед брикетуванням треба нагрівати до 40—42 °С в умовах, що виключають зміну їхньої вологості. Найраціональніше нагрівати ці продукти перед брикетуванням кондиціонованим повітрям, відносна вологість якого перебуває у рівновазі з вологістю зневоднених овочів. У результаті такої обробки шматочки продукту стають гнучкими, еластичними і в результаті пресування утворюють міцні брикети. Вологість і фізико-хімічні показники зневоднених овочів при цьому не змінюються.

Для сушіння цибулі, капусти, зеленого горошку, білих коренів і прямої зелені використовують описані лінії, комплектуючи їх деякими спеціальними машинами. Так, при сушінні капусти в лінію встановлюють качановисвердлювач і шинкувальну машину; для підготовки цибулі в лінію включають машини для обрізання шийки і дінця й очищення лущайки. Цибулю, білі корені та зелень сушать звичайно без попереднього бланшування.

Схема підготовки і сушіння білих коренів: сортування за якістю і розміром, миття, очищення (механічне, лужне), доочищення, обполіскування, різання і зневоднення.

ВИРОБНИЦТВО СУШЕНИХ ФРУКТІВ

Останнім часом в Україні та за кордоном розроблені нові способи сушіння, що дають можливість значно інтенсифікувати процес і максимально зберегти харчову і біологічну цінність фруктів. До таких способів належать сушіння в киплячому і віброкиплячому шарі, а також сушіння сублімацією.

Промислове виробництво сухофруктів із застосуванням технологічного устаткування для підготовки плодів до сушіння і самого сушіння все більше поширюються в районах розвинутого плодівництва з помірним кліматом (південь України). Штучне сушіння забезпечує одержання готових продуктів високої якості.

Якість сушених фруктів значною мірою залежить від товарних і біохімічних властивостей сировини. До основних і загальних вимог, що ставляться до придатної для сушіння сировини, є високий вміст сухих речовин і цукроокислотний показник, що забезпечує гарні смакові якості продукту і високі техніко-економічні показники виробництва.

До окремих видів сировини встановлюються специфічні вимоги: так, яблука повинні мати м'якоть, що не темніє на повітрі, кісточки — мати низький вміст кісточок і великі плоди тощо.

Вітамінний, мінеральний склад і колір плодів також є важливими показниками у оцінці якості сировини, використовуваної для сушіння.

Дослідження процесу конвективного сушіння фруктів і зміни їхньої якості показали, що найраціональніше вести сушіння при температурі сушильного агента порядку 60...80 °С, за якої біохімічні перетворення проходять найменш інтенсивно.

Встановлена також необхідність попереднього теплового оброблення сировини та її сульфитації. У сировину, не піддану бланшуванню чи сульфитації, під активним впливом ферментів, які гідролізуються, і хімічних каталізаторів (наприклад водневих іонів) у процесі сушіння змінюється співвідношення між простими і складними вуглеводами: спочатку зменшується вміст крохмалю і геміцелюлози і збільшується вміст цукрів, а потім неминуче відбуваються їх втрати внаслідок розвитку реакцій окиснення. Частина цукрів при цьому утворює продукти неповного окиснення: ди- і трикарбонові кислоти, що при декарбоксилюванні переходять в одноосновні кислоти.

У кислому середовищі при нагріванні утворюються похідні фурфуролу, проходять цукроамінні реакції, карамелізація цукрів тощо.

При сушінні фруктів разом з парами води видаляються різні леткі речовини: альдегіди, спирти, складні ефіри й інші речовини, що зумо-

влюють аромат. Крім того, з нелетких кислот, цукрів та інших сполук у результаті біохімічних реакцій і хімічної деструкції утворюються і видаляються нові леткі сполуки. Частина амінокислот унаслідок дезамінування може переходити в аміак і леткі альдегіди.

Одночасно з втратами спостерігається часткове збільшення вмісту сухих речовин за рахунок окисних реакцій з приєднанням кисню; у такий спосіб загальні втрати маси при сушінні частково компенсуються.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СУШІННЯ

Харчова промисловість випускає різноманітний асортимент сушених фруктів і ягід: яблука, груші, зливи, абрикоси, персики, виноград, інжир тощо.

Розглянемо технологічні основи сушіння окремих видів фруктів.

Яблука

Залежно від способу підготовки до сушіння розрізняють такі види сушених яблук культурних сортів: очищені від шкірочки з вилученою насінною камерою та оброблені розчином сірчистої кислоти чи обкурені сіркою; не очищені від шкірочки з вилученою насінною камерою та оброблені сірчистою кислотою чи обкурені сіркою; неочищені й неопрацьовані. При сушінні яблук, очищених від шкірочки і насінної камери, плоди попередньо калібрують за кількома розмірами, що полегшує очищення яблук машинами. При калібруванні видаляють дрібні яблука розміром менше 3,5 см, не придатні для виробництва цього виду сушених яблук.

Після сортування за розмірами яблука миють у вентиляторній чи роторній мийній машинах, інспектують, після чого подаються на очищення. Очищення яблук від шкірочки і видалення серцевини рекомендується проводити на спеціальних машинах «Нагема». Потім яблука ріжуть кружками товщиною 5—6 мм і сульфітують, занурюючи в розчин сірчистої кислоти 0,15 %-ної концентрації на 1—2 хв. Після набрякання зайвого розчину яблука подають на сушіння. Режим сушіння яблук на паровій конвеєрній сушарці наведений у табл. 5.

При сушінні в шафових сушарках на 1 м² сушильний поверхні завантажують 3—5 кг підготовлених яблук, температура повітря на початку сушіння — 80—85 °С, а наприкінці — не вище 60 °С. Тривалість процесу — 5—6 год.

При сушінні в тунельних сушарках плоди після очищення ріжуть на шматочки завтовшки 6—7 мм, сульфітують, витримуючи 2—3 год у камерах обкурювання, де спалюється сірка. Обкурені яблука укладають

Таблиця 5

Режим сушіння	Яблука	Абрикоси		Сливи (із бланшуванням)
		Великі (>35 мм)	Дрібні (<35 мм)	
Навантаження на першу стрічку, кг/м ²	7,6	12	16	14
Температура повітря над стрічками, °С:				
першою	63	80	80	80
другою	69	73	73	78
третьою	62	65	65	70
четвертою	41	60	60	64
Швидкість руху стрічок, м/хв:				
першої	0,163	0,072	0,073	0,065
другий	0,105	0,048	0,057	0,047
третьої	0,078	0,034	0,037	0,033
четвертої	0,066	0,029	0,025	0,025
Тривалість сушіння, хв	200	900	420	960
Відносна вологість відпрацьованого повітря, %	38-45	45-50	45-50	60-67

на сита і встановлюють у вагонетки. Сушіння яблук проводять за режимами, наведеними у табл. 6.

Сушені яблука, попередньо очищенні та оброблені розчином сірчистої кислоти, мають привабливий вигляд, білий колір із кремовим відтінком, яскраво виражені смак і аромат свіжих яблук.

Хімічний склад сушених яблук залежить від сорту і місця вирощування плодів. У середньому в них міститься 35—45 % цукрів, кислот (у перерахунку на яблучну) 1,5—4,0%. Вміст води — не більше 20 %.

Сливи

Кращими для сушіння вважаються великі сливи з соковитою м'якотою і дрібною кісточкою, що містять велику кількість сухих речовин. До таких слив відносять сорти: Угорка італійська, Угорка ажанська, Ганна Шпет, Ізюм-Ерик, Угорка молдавська тощо.

Сливи збирають для сушіння в стадії технічної зрілості. Сировину, що надійшла на переробку, сортують за якістю, видаляючи при цьому плоди неспілі, тріснуті й уражені шкідниками, потім піддають калібруванню за двома розмірами, які надалі обробляють роздільно. Сливи мийуть у вентиляторних мийних машинах або під душем. Оскільки плоди мають щільну шкірочку, вкриту восковим нальотом, що затримує

Таблиця 6

Сировина	Температура повітря, °С		Кількість плодів, кг		Тривалість сушіння, год	Інтервал між завантаженням, год
	початкова	кінцева	на ситі	на візку		
Сливи						
Угорка молдавська	78	45—55	23	575	24	2
Те саме	78—80	45—50	25	625	18—21	1,5—1,75
Ганна Шпет	78	55	27	675	24	2
Чорнуша	78—82	45	27	675	26—29	2,5
Груші						
Ільїнка, цілі плоди (35—55 мм)	75	52—58	32	800	48	4
Балеркуца (35 мм)	78	55	28	700	34—36	3
Вишня і черешня	78—82	58—62	15	375	12	1
Яблука	85—90	40—43	15	375	12—14	1—1,4
Персики Золотий ювілети	80—84	50	25	625	12—14	1—1,4
Кизил	80	48	15	375	9	0,75
Абрикоси						
Хурмаї великоплідний	80—82	58	25	625	29,5	2,5
Хасак	82	45	18	450	12	1
половинки суміші сортів	82	45	15	375	8	0,75
Виноград						
Кишмиш білий	78	54	25	625	18	1,75—2
— " — чорний	78	50	25	625	21—24	1,5—1,75
молдавських сортів	78	45	25	625	24	2

випарювання вологи при сушінні, сировину доцільно піддавати бланшуванню в киплячій воді протягом 20—30 с або в киплячому 0,1 % -ному розчині лугу (NaOH) 15—20 с з наступним промиванням у воді.

Попереднє бланшування слив значно (на 6 год) прискорює їх сушіння у парових конвеєрних сушарках, тому що при бланшуванні шкірка плодів стає тоншою і вкривається сіткою дрібних тріщин, що сприяє інтенсивному випарюванню вологи. Оброблену в такий спосіб сливу можна висушувати при високій (75...80 °С) температурі теплоносія на початку процесу, що у свою чергу сприяє інтенсифікації сушіння без

небезпеки розтріскування плодів і втрати ними соку. Сушіння бланшованих слив ведуть у парових конвеєрних сушарках за режимами, наведеними у табл. 5.

Тривалість сушіння залежить від багатьох факторів: сорту, розмірів, ступеня зрілості, способу попередньої підготовки, режимів сушіння тощо. Тривалість сушіння в сушарках ПКС Угорки молдавської (дрібної) — 8 год, а Угорки італійської — 16 год, тривалість сушіння цих самих слив у шафовій сушарці збільшується вдвоє. Кінцева вологість продукту — не більш 25 %.

Чорнослив, одержуваний за технологічною схемою з попереднім бланшуванням, відрізняється вищою якістю, ніж висушений у шафових сушарках без обробки. Сушений продукт, вироблений зі слив сорту Угорка італійська з попереднім бланшуванням, має однорідний чорний колір, блискучу поверхню, відмінний смак і яскраво виражений запах чорносливу. Тривалість сушіння слив, підданих бланшуванню, скорочується на 30 % порівняно з необробленими.

Дані табл. 7 свідчать про те, що у разі попередньої обробки слив хімічний склад слив змінюється мало.

Технологічний процес сушіння слив у тунельній сушарці організується в такий спосіб. Сливи сортують за якістю, видаляють нестандартні плоди, потім миють у вентиляційній мийній машині типу КУМ з душовим обполіскуванням, інспектують, калібрують за розміром і сушать роз-

Таблиця 7

Способи підготовки слив до сушіння	Вміст у чорносливі, % до абсолютно сухої речовини				
	сухих речовин	цукрів			кислот
		рудуку-ючих	цукрози	загаль-ний	
Без підготовки					
свіжі після миття	15,51	35,97	36,75	72,72	4,31
сушені	77,50	61,96	9,58	71,54	4,32
Бланшування в киплячій воді					
свіжі після миття	17,01	35,17	31,29	66,46	4,72
бланшовані	16,17	43,10	23,08	66,18	4,14
сушені	82,67	51,10	17,28	68,38	4,58
Бланшування в киплячому розчині лугу					
свіжі після миття	14,34	37,65	38,14	75,79	4,67
бланшовані	13,67	39,50	36,01	75,51	4,90
сушені	82,34	48,42	26,43	74,85	4,60

дільно за режимами, наведеними у табл. 6. При сушінні слив в тунельних сушарках попереднє бланшування плодів не дає помітної інтенсифікації процесу, тому ця операція виключена з технологічної схеми.

Завантажені плодами сита встановлюють на вагонетки, стежачи за тим, щоб не було перекосів, тому що це може гальмувати просування вагонетки по тунелю сушарки, а це призводить до обривів троса, простою апаратів і зниження продуктивності. Перед початком сушіння фруктів сушильний тунель треба настроїти на робочий режим. Це досягається попереднім прогріванням сушильної камери протягом 45—60 хв до температури 78 °С, після чого в тунель уводять перші дві вагонетки зі сливою, потім через кожні 1,5 год — по дві вагонетки до заповнення ними половини тунелю, тобто всього завантажують шість візків зі сливою. Загальна місткість тунелю — 12 візків. Подальше заповнення тунелю по одному візку проводиться у режимі, прийнятому для слив даного помологічного сорту визначеного ступеня зрілості (див. табл. 6). Тривалість перебування перших візків у сушарці буде менше прийнятої для даного помологічного сорту, але цілком достатньою для нормального висушування. Потім процес проходять у сталому температурному режимі й інтервали завантаження і вивантаження візків визначаються графіком.

Режим сушіння слив залежить від розмірів плодів, ступеня їхньої зрілості, швидкості руху і температури газоповітряної суміші, способу подальшої обробки сушеної сливи.

Сливу сушену випускають двох видів: без заводської обробки, розфасовану в крафт-мішки, оброблену на заводі та розфасовану в пакети з полімерних матеріалів — поліетилену, ПП-2 (поліетилен-целюфан), а також у ящики.

Сушіння вважається закінченим для продукції першої групи при кінцевій вологості слив 22—25 %, другої, призначеної для заводської обробки, — 18—20 %.

При сушінні в тунельній сушарці спостерігається трохи нерівномірне видалення вологи з плодів, розташованих на одному ситі. Ці відхилення можуть становити 2—5 %. Недосушені плоди відсортовують і подають на досушування. Для вирівнювання вологості сливи зсипають у бункери, дно і стінки яких повинні бути вистелені чистим сухим вологонепроникним матеріалом. Сливи, висушені в тунельних сушарках, відрізняються добрими органолептичними показниками: мають природний аромат без сторонніх тонів, поверхня плодів блискуча.

У сушеному продукті немає підгорілих чи деформованих плодів. При сушінні на іншому устаткуванні (лозниця, шафова сушарка) втрати від цього виду браку становлять до 2,6 %, що завдає значних збитків промисловості.

Продуктивність тунельних сушарок при сушінні Угорки молдавської – 1,6—2,45 т на добу за готовим продуктом.

Груші

Сировина, що надійшла на переробку, повинна зберігатися партиями за помологічними сортами не більше 48 год. Послідовність технологічних операцій підготовки сировини до сушіння така. Груші подають на інспекційний транспортер, де видаляються усі некондиційні, гнилі, недоспілі, пошкоджені шкідниками, плісняві плоди. Миють плоди у вентиляторній мийній машині КУВ з душовим обполіскуванням. Промита сировина надходить на стрічковий транспортер, розділений на дві частин для сортування за розмірами.

Дрібні груші діаметром не більше 55 мм рекомендується сушити в цілому вигляді. Після інспекції і сортування за розмірами груші укладають на окремі вагонетки. Груші діаметром більше 55 мм доцільно різати на половинки чи часточки. Груші ріжуть часточками на машині «Ексцельсіор» (Італія) продуктивністю 200—250 плодів за хвилину чи «Унітекс» (Болгарія).

Нарізані груші збирають у збірник, наповнений 0,1% -ним розчином лимонної кислоти чи 1—2 % -ним розчином кухонної солі. Потім їх подають на укладання на сита, встановлені на вагонетки. Укладання на одну вагонетку різних за розмірами плодів не допускається.

Введення тунельної сушарки в робочий режим здійснюється аналогічно описаному для сушіння слив. Інтервал між завантаженнями перших трьох пар візків становить 2 год. Подальше заповнення тунелю і сушіння груш проводяться за режимами, зазначеними у табл. 6.

Сушать груші до вмісту вологи 24 %. Дотримання режиму сушіння сприяє рівномірній вологовіддачі по всій товщі плоду і перешкоджає утворенню скоринки. Правильно висушені груші мають однорідну за забарвленням поверхню й еластичну м'якоть. При більш високій температурі газоповітряної суміші, ніж це зазначено в табл. 6, можливі підгоряння і здуття плодів.

Зневоднені плоди піддають сортуванню, недосушені плоди відбирають і передають на повторне сушіння. Нормально висушені груші зсипають у бункери для вирівнювання вологості, що триває 10—12 днів.

Абрикоси

При штучному сушінні абрикосів звичайними способами (тобто після сортування, калібрування і сульфитації) уренок виходить м'яким і більш твердим, ніж при сушінні на сонці. Щоб додати гото-

вому продукту прозорості, властивої урюку, висушеному на сонці, дрібні абрикоси перед сульфитацією бланшують парою 2 хв при температурі 95—98 °С, а великі — 3—4 хв. Бланшування скорочує тривалість сушіння на 17—20% і значно поліпшує якість готової продукції. Для збереження смаку і натурального кольору абрикосів плоди до сушіння сульфитують розчинами сірчистої кислоти або бісульфіту натрію. Бланшування розм'якшує шкірочку плоду і робить його доступнішим впливу сульфитуючих розчинів. У небланшованих сушених абрикосах, які до сушіння сульфитували протягом 2 хв 0,2 %-ним розчином сірчистої кислоти, не містилося SO_2 , а в сушених абрикосах того ж сорту, бланшованих до сушіння протягом 2 хв парою і сульфитованих, містилося 0,002 % SO_2 . У сушених бланшованих абрикосах, сульфитованих 5—6 хв 0,5—0,6 %-ним розчином сірчистої кислоти, міститься 0,01 % сірчистої кислоти (норма, передбачена державним стандартом). Для одержання готового продукту із таким вмістом SO_2 при використанні розчинів бісульфіту натрію тих самих концентрацій (у перерахунку на SO_2) тривалість обробки слід збільшити до 8—10 хв. Абрикоси після сульфитації спрямовують на сушіння. Технологічні режими сушіння в сушарці ПКС-20 див. у табл. 5. Тривалість сушіння абрикосів у цілому вигляді залежить від сорту, розміру плодів, способу підготовки їх до сушіння і коливається від 7 до 15 год.

Найбільша тривалість проходження стрічок через сушарку ПКС-20 становить 5,5 год. Для збільшення тривалості перебування продукту в сушарці до 8 год, необхідно зменшити швидкість руху стрічок, установивши в редукторі зірочку діаметром 65 мм замість 130. Щоб висушити дрібні абрикоси до стандартної вологості 18 %, їх пропускають через сушарку не один раз, а двічі або сушать послідовно в двох сушарках.

Абрикоси в цілому вигляді й половинками сушать також у тунельних сушарках у режимах, зазначених у табл. 6.

Вишня і черешня

Кращими для сушіння сортами вишні є Шпанка пізня, Володимирська, Гріот остгеймський, Лотова тощо. Для виробництва сушеної черешні рекомендуються такі сорти: Суслена, Одеська чорна, Бомбоане, Наполеон рожевий та ін. Для сушіння придатні тільки плоди, що досягли біологічної зрілості, зі вмістом сухих речовин не менше 15%. Плоди повинні бути свіжими, неушкодженими сільськогосподарськими шкідниками і хворобами. Сировину, що надійшла на переробку, зберігають партіями за помологічними сортами, не довше 12 год.

Вишні і черешні подають на інспекційний транспортер, на якому проводять видалення некондиційних плодів, листків, гілочок і сторонніх предметів. Плоди мийуть у вентиляторній мийній машині марки КУВ, після чого вони надходять на машину для відривання плодоніжок. З метою зниження втрат сировини при відриванні плодоніжок варто суворо стежити за станом поверхні обертових валиків і упорних підшипників. Не можна допускати роботи машини при утворенні на гумовій поверхні валиків шорсткостей, зазублин, глибоких тріщин, тому що це спричиняє механічні ушкодження плодів і значні втрати сировини. Промита, звільнена від плодоніжок сировина, спрямовується на сушіння. У шафових сушарках плоди сушать за таким режимом: питоме навантаження на сито — 8—10 кг/м²; температура повітря — 70—75 °C і тривалість сушіння — 8—12 год.

Дослідження показали, що бланшування вишні перед сушінням сприяє кращому збереженню її кольору, зменшенню втрат цукрів і амінокислот, дає можливість підвищити температуру теплоносія в перший період сушіння до 100—120 °C і скорочує тривалість процесу до 4,7—5,0 год.

При сушінні вишень і черешень у тунельній сушарці підготовлені плоди розкладають на полиці в один ряд. Вагонетки з плодами завантажують у тунель. Спочатку в сушарку вводять по дві вагонетки через годину, до 12 вагонеток, потім щогодини по одній вагонетці. Сушіння ведуть за режимами, зазначеними в табл. 6. Сушіння вишень і черешень проводиться до досягнення в продукті 19 % вологи.

Ягоди

Для сушіння використовують ягоди культурних сортів і дикорослі. Сушать полуницю, малину, чорну смородину, аґрус, чорницю, ожину, горобину, виноград тощо.

Ягоди сортують за якістю, видаляючи при цьому гnilі, зелені, переспілі, м'яті плоди, сторонні домішки і плодоніжки. Малину й ожину очищають від квітконіжок.

Відсортовані ягоди мийуть під душем чи у ваннах з чистою водою шляхом дво-триразового занурення решіт з ягодами у воду. Після миття ягоди залишають на 5—10 хв у решетах для стікання води, потім рівним шаром настиляють на сита і сушать, дотримуючись такого режиму: питоме навантаження на сито — 5—8 кг/м²; температура повітря — 45—55 °C, тривалість сушіння — 8—12 год, кінцева вологість продукту — 18—19%.

Технологічні режими сушіння винограду в тунельних сушарках наведені в табл. 6.

ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА СУШЕНИХ ФРУКТІВ

Сушені фрукти виробляють на різних потоково-механізованих лініях, склад яких варіюється залежно від застосовуваного сушильно-го устаткування і товарної обробки готового продукту.

Технологічні схеми виробництва окремих видів сушених фруктів відрізняються операціями, що враховують біологічні особливості кожного виду плодів. Так, технологічною схемою передбачається обкурювання сіркою або мокрою сульфитацією світлозабарвлених фруктів і винограду для стабілізації кольору плодів. Для темнозabarвлених фруктів сульфитація не застосовується.

Сушені яблука

У технологічній схемі виробництва сушених яблук з використанням парових конвеєрних сушарок (рис. 6) яблука ковшовим елеватором завантажують на валковий калібрувач, а потім у барабанну мийну машину. Після інспекції на стрічковому транспортері яблука надходять на машину для видалення насінного гнізда, потім на яблукорізку. Нарізані плоди обробляють у ванні розчином бісульфіту натрію, на сітчастому транспортері з обробленого продукту стікає надлишковий розчин, після чого підготовлені яблука за допомогою похилого транспортера завантажують у парову конвеєрну сушарку; готовий продукт зважують і упаковують.

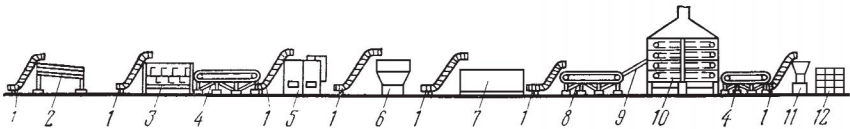


Рис. 6. Технологічна схема виробництва сушених яблук із застосуванням парової конвеєрної сушарки:

1— ковшові елеватори; 2— валковий калібрувач; 3— барабанна мийна машина; 4— стрічковий інспекційний транспортер; 5— машина для видалення насінного гнізда; 6— яблукорізка; 7— ванна; 8— транспортер сітчастий; 9— похилий транспортер; 10— парова конвеєрна сушарка СПК-90; 11— ваги; 12— розфасована продукція

На цій лінії можна також сушити груші, айву, абрикоси, сливи й інші фрукти за умови встановлення відповідного устаткування для попередньої підготовки сировини.

Рекомендують два типи технологічних схем виробництва сушених фруктів з використанням тунельних сушарок: із закінченим циклом виробництва, що передбачає переробку сировини до готової про-

дукції, розфасованої в тару (яблука, вишні, кизил, кайса, курага, груші часточками); з незакінченим циклом, за якого в сезон переробки сировини технологічний процес переривається після сушіння, а в несезонний час сушені фрукти, сливу, урюк, виноград обробляють і розфасовують у тару.

Сушений виноград

За апаратурно-технологічною схемою виробництва сушеного винограду (рис. 7) ящики із сировиною з автомашини за допомогою електронавантажувача завантажують у ящикоперекидач, потім сировина надходить у мийну машину. Після інспекції на стрічковому транспортері виноград вручну розкладають на піддони, що встановлюють на вагонетку. Вагонетка надходить у камеру обкурювання, де сировина обробляється сірчистим ангідридом, одержуваним при спалюванні сірки. Обкурений виноград завантажують у тунельну сушарку. Після сушіння продукт за допомогою транспортера надходить у машину для відокремлення гребенів, потім на інспекційно-сортувальний транспортер. Готовий продукт зважують і розфасовують у тару.

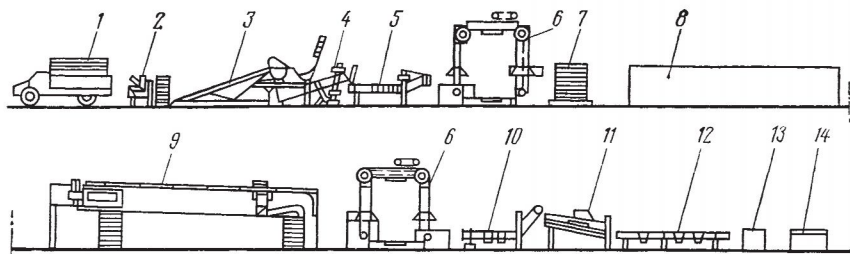


Рис. 7. Технологічна схема виробництва сушеного винограду:

1— автомашина із сировиною; 2— електронавантажувач; 3— ящикоперекидач; 4— мийна машина; 5 — інспекційний транспортер; 6— піддоноукладач; 7— вагонетка із сировиною; 8— камера обкурювання; 9— тунельна сушарка; 10— транспортер; 11— машина для відокремлення гребенів; 12— інспекційно-сортувальний транспортер; 13— ваги; 14— стіл для розфасовки

ТЕМА 8

ВИРОБНИЦТВО ОВОЧЕВИХ І ФРУКТОВИХ ПОРОШКІВ

Нині широкого розвитку набуває виробництво овочевих і фруктових порошків різноманітного асортименту. З овочів виробляють порошки: томатний, морквяний, гарбузовий, шпинатовий, із зеленого горошку, кольорової капусти, пряної зелені, цибульний тощо; із фруктів: яблучний, сливовий, абрикосовий тощо; з ягід: чорносмородиновий, журавлинний тощо. Овочеві й фруктові порошки мають цілий ряд пере-

ваг перед сушеними у вигляді шматочків овочами і фруктами. Вони займають менший об'єм, що дає можливість заощаджувати тару і витрати на транспортування; порошки зручні у використанні й прекрасно відновлюються в рідині (воді, молоці), даючи пюреподібні продукти, що мало відрізняються від отриманих зі свіжої сировини. У герметичній тарі такий продукт можна зберігати тривалий час.

Відомі дві принципово різні технологічні схеми виробництва овочевих і фруктових порошків. За першою з них підготовлену сировину очищають, миють, розварюють, дроблять у пюре, що потім сушать на вальцових або розпилювальних сушарках з доданням або без додання інших продуктів (крохмаль, цукор і т.п.). Отриманий порошок за потреби дроблять і фасують у герметичну тару. Порошки, висушені з добавками, набувають великої харчової цінності, стійкості при збереженні і легше сушаться.

За другою схемою овочеві порошки одержують методом прямого сушіння, за якою нарізану на шматочки сировину сушать на стрічкових сушарках, а потім дроблять у порошок. Таким способом виготовляють порошки з цибулі і пряної зелені, але його можна використовувати також для зеленого горошку і яблук.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ПОРОШКІВ ІЗ СУШІННЯМ ПЮРЕ

Технологічну схему виробництва овочевих і фруктових порошків можна представити розділеною на дві самостійні частини: одержання овочевого чи фруктового пюре і сушіння отриманого пюре.

Одержання овочевого і фруктового пюре

Для одержання потрібного пюре використовують свіжі овочі й фрукти. Технологічною схемою передбачається інспекція сировини, миття, калібрування, очищення, розварювання, подрібнення і гомогенізація, перед якою в продукт вводять наповнювачі, наприклад крохмаль, або змішують за прийнятими рецептурами різну соковиту сировину.

Миття сировини повинне забезпечувати повне видалення мінеральних домішок (земля, пісок і т.п.). Якщо сировина сильно забруднена, допустиме попереднє, перед миттям, замочування її в теплій воді. Для миття залежно від виду сировини використовують вентиляторні, лопатеві, барабанні й інші мийні машини. Для кожного виду сировини встановлюють певний режим роботи машини. Контроль за роботою мийних машин може періодично здійснюватися шляхом добору проби митої сировини і контрольного промивання її в лабораторних умовах з визначенням у промивних водах мінераль-

ного забруднення. Більш суворий контроль роботи мийних машин може бути організований визначенням у готовому пюре (до введення наповнювача) вмісту золи, не розчинної в соляній кислоті. Теоретично золи, що не розчиняється в соляній кислоті, в овочевому і фруктовому пюре міститися не повинно. Практично за вмісту такої золи не більше 0,05 % якість миття вважається доброю, від 0,05 до 0,1 % — задовільною. Вміст у пюре золи, не розчинної в соляній кислоті, більше 0,1 % неприпустимий.

Деякі види сировини, наприклад яблука, моркву, перед подальшим переробленням піддають калібруванню за розмірами, найчастіше на три фракції. Подальше перероблення (пропарювання, очищення) каліброваної сировини полегшує правильне ведення технологічного процесу з дотриманням необхідних режимів теплової обробки.

Окремі види сировини, наприклад зелений горошок, обмолочують і лущать, звільняючи від стручків, а вже потім миють на струсній чи флотаційній мийних машинах.

Кабачки і гарбузи перед разварюванням розрізають на частини і звільняють від насінних гнізд. Очищати гарбуз від шкірочки не обов'язково: після разварювання вона легко відокремлюється на протиральних машинах. Теплова обробка сировини (разварювання) має дві мети: розм'якшення сировини й інактивацію ферментного комплексу, що міститься в ній.

За тривалого впливу порівняно високої температури спостерігається значне розм'якшення сировини внаслідок гідролізу протопектину і його переходу в розчинну форму (пектин), а також гідролізу геміцелюлози. Це полегшує подальшу обробку сировини на протиральних машинах і утворення пюреподібної маси. Спостерігається також клейстеризація крохмалю, наприклад у зеленому горошку, гідроліз цукрози з нагромадженням моноцукрів і коагуляція білків протоплазми.

Інактивація ферментного комплексу сприяє збільшенню термінів збереження порошків, оскільки реактивації ферментів у готових овочевих і фруктових порошках не спостерігається. Важливе значення має також пригнічення мікрофлори овочів і фруктів у процесі теплової обробки.

Підготовлену сировину розварюють у дигісторах (рис. 8) — вертикальних циліндричних місткостях з конусоподібним днищем. У середині циліндра на вертикальному валу встановлена шнекоподібна мішалка з електроприводом, виведеним на кришку апарата. На кришці є завантажувальний люк, що закривається герметично. Внизу дигістора встановлена розвантажувальна засувка, що відкривається вручну за допомогою маховичка. Апарат обладнаний штуцерами для подавання всередину пари чи повітря, для встановлення запобіжного клапана, манометра, для впуску води.

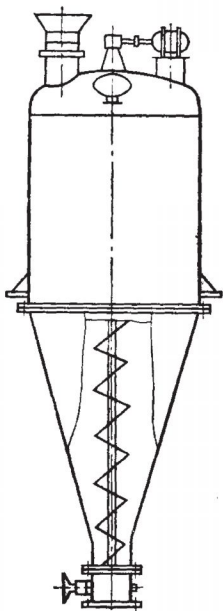


Рис. 8. Дигістор (обшпарювач)

Перед завантаженням в апарат подають пару, витісняючи повітря, що там знаходиться. Це зберігає дубильні речовини розварюваного продукту від окиснення киснем повітря, що супроводжується його потемнінням. Завантажують апарат за вимкненої мішалки. Завантажений сировиною дигістор герметично закривають і починають подавати усередину гостру пару. Через 5—10 хв залежно від виду сировини після того, як вона розм'якшиться, пускають у хід мішалку. Вмикати мішалку до розм'якшення сировини не можна, щоб уникнути її деформації.

Температуру і тривалість розварювання встановлюють відповідно до вимог технологічних інструкцій. Тривалість розварювання може коливатися від 10 до 45 хв. Плоди, кабачки, гарбузи, шпинат розварюються при температурі 100 °С, інша овочева сировина — при 105—110 °С. Перевищувати зазначену температуру не рекомендується, оскільки це може призвести до цукроамінних реакцій, що позначиться на смакових якостях продукту і його кольорі.

У процесі розварювання в дигісторі утвориться конденсат, що призводить до підвищення вологості продукту. Кількість конденсату залежить від тривалості розварювання, виду сировини і стану пари, що надходить у дигістор: у середньому вона може коливатися від 10 до 20 % до маси сировини.

Розварену сировину подрібнюють протиранням у здвоєних протиральних машинах. Сита з нержавіючої сталі на першій машині мають отвори діаметром 1,5 мм, на другій — 0,75—0,8 мм.

Для зменшення ступеня аерації продукту на цій операції протиральні машини встановлюють безпосередньо під дигістором і створюють у них парові завіси, що перешкоджають контакту продукту з киснем повітря. При переробці кісточкової сировини (абрикоси, сливи) для запобігання дроблення кісточок і потрапляння їх у пюре на першій стадії використовують протиральну машину з дрововими билами, а за їхньої відсутності на звичайних протиральних машинах встановлюють гумові бичі, частоту обертання яких обмежують 300—350 хв⁻¹.

Для одержання одноріднішої маси з дрібнішими частками рекомендується отриману масу додатково пропускати через протиральну машину із ситом з отворами діаметром 0,5 мм (фінішер), або піддавати її гомогені-

зації. Гомогенізатор являє собою три- або чотириплунжерний насос, закріплений горизонтально на передній частині станини машини. У блоці циліндрів установлені гомогенізуюча головка, манометр і запобіжний клапан. Протерта маса насосом під тиском 10—15 МПа проганяється через отвір між клапаном гомогенізуючої головки і його сідлом, подрібнюючи пюре до частинок розміром 20—30 мкм.

Перед остаточним здрібнюванням на фінішері чи в гомогенізаторі в пюре додають відповідно до рецептури наповнювач (як правило крохмаль) чи змішують різні види пюре. Підготовлене в такий спосіб овочеве і фруктове пюре спрямовують на сушіння.

У виробництві овочевих і фруктових порошків допускається використання пюре, отриманого на консервних заводах і (консервованого заморожуванням, сорбиною кислотою або діоксидом сірки (SO_2)). Порошки, отримані з пюре, консервованого SO_2 , не повинні використовуватися в харчуванні дітей раннього віку. Таке пюре десульфітують до можливо повного видалення SO_2 у місткості з паровою сорочкою, обладнаній доброю витяжною вентиляцією. Швидкозаморожене пюре розморожують, витримуючи при температурі 18—20 °C протягом 10—12 год. Розморожене або десульфітоване пюре для контролю на сторонні домішки протирають на протиральній машині через сита з отворами діаметром 1,0 мм.

Сушіння овочового і фруктового пюре

Сушіння овочового і фруктового пюре може бути організоване як кондуктивним, так і конвективним способом. При кондуктивному способі сушіння використовують дво- чи одновальцьові сушарки, обладнані валками з корозієстійкою поверхнею. Безпосередній контакт висушувального продукту з гарячою поверхнею валків забезпечує велику швидкість теплопередачі й дуже швидке висихання плівки продукту, нанесеної на валки. Сушіння на вальцьових сушарках можна вести при атмосферному тиску або під розрідженням (в останньому разі сушарки називаються вакуум-вальцьові). Тривалість сушіння на вальцьовій сушарці вимірюється секундами (від 10 до 30) і залежить від початкової вологості висушувального матеріалу, вологості одержуваного продукту, температури нагрівання валків, теплофізичних характеристик продукту, що надходить на сушіння, і регулюється частотою обертання валків.

При сушінні під вакуумом тривалість процесу скорочується у зв'язку зі зниженням температури пари і кращою евакуацією парогазової суміші з зони сушіння. Температура продукту на валках під час сушіння не перевищує температури кипіння води, тому у вакуум-вальцьових сушарках вона буде нижчою і відповідати досягнутому розрідженню. Однак

температура висушеної плівки залежить тільки від температури валків, а не від ступеня розрідження в камері сушарки. Тому при роботі на вакуум-сушарках треба прагнути якомога точнішого встановлення знімальних ножів на границі зони закінчення сушіння.

Деякі види сухих порошків, особливо з високим вмістом цукру, мають підвищену термопластичність, важко відокремлюються від валків і сильно комкуються. Тому перед видаленням такого продукту з валків рекомендується обдувати його холодним повітрям: продукт трохи проохолоджується, відбувається кристалізація цукрів, адгезійні властивості продукту слабшають, і він легко сходить з валків.

Конструктивні удосконалення вальцьових сушарок спрямовані на створення можливості охолодження продукту ще до зняття з валків і наступного досушування його осушеним повітрям.

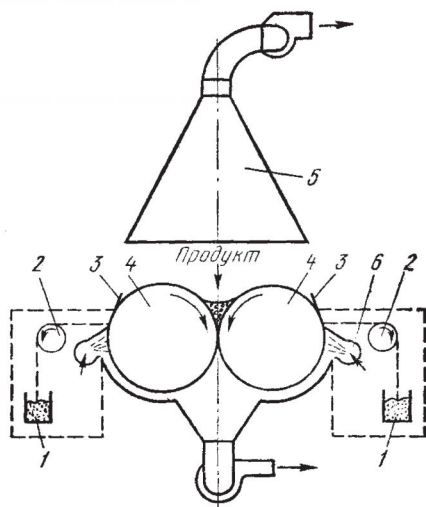


Рис. 9. Модифікована двовальцьова сушальна установка:

- 1 — зони збору сушеного продукту;
- 2 — ролики з індивідуальним приводом;
- 3 — ножі; 4 — валки сушарки; 5 — витяжний пристрій;
- 6 — пристрій для подавання охолодженого повітря

Рекомендовані параметри роботи при сушінні томатної пасты із вмістом 20 % сухих речовин: частота обертання валків — $3\text{—}3,3\text{ хв}^{-1}$, температура валків — $137,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, проміжок між валками, вимірюваний у гарячому стані валків, — $0,0203\text{—}0,0254\text{ мм}$. Вологість продукту, що сходить з валків, — $6\text{—}7\%$. Обдування повітрям нижньої частини валків сприяє зниженню температури сушіння на $6\text{ }^{\circ}\text{C}$ і підвищує продуктивність сушальної установки.

Досушування продукту до вологості $2,5\text{—}3,0\%$ досягається продуванням через продукт повітря, нагрітого до $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, відносною вологістю 6% ; швидкість руху повітря — $0,35\text{ м/с}$. Тривалість досушування при цьому — $3\text{—}6\text{ год}$.

Порівняння томатного порошку (пластівців), отриманого на описаній сушарці, із продуктом, отриманим на вальцьових і розпилювальних сушарках промислового виробництва, показало, що перший мав відмінний колір, що нагадує колір вихідної сировини. Відновлення порошку було повнішим і швидшим. Продукт зберігав стабільність протягом 6 місяців.

ТЕМА 9

ВИРОБНИЦТВО СУШЕНИХ РОСЛИННИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ СУБЛІМАЦІЇ

ТЕПЛОФІЗИЧНІ ОСНОВИ СУБЛІМАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПІД РОЗРІДЖЕННЯМ

Метод сублімаційного сушіння вологовмісних матеріалів відрізняється від традиційних способів тим, що в процесі сушіння волога переходить у пару з замороженого стану. Внаслідок цього сублімовані продукти різко відрізняються від продуктів, консервованих іншими методами: вони зберігають колір, смак, початковий обсяг, легко поглинають при відновленні вологу; значною мірою залишаються незмінними і леткі компоненти. Висушені продукти тривалий час можуть зберігатися в приміщеннях з нерегульованою температурою.

Якщо охарактеризувати стан води на діаграмі температура — тиск, то за деяких умов можна спостерігати співіснування одночасно трьох фаз (рис. 10). Параметрами цього стану, що одержав назву потрійної точки, є температура $0,098^{\circ}\text{C}$ та парціальний тиск водяних парів 613,2 Па. Граничні криві поділяють діаграму на три області, у яких вода може перебувати у вигляді рідини, твердого тіла (льоду) або пари. Процес сублімаційного сушіння характеризується фазовим переходом льоду в пару за значень тиску і температури, що лежать нижче потрійної точки.

З аналізу експериментальних даних залежності $p_3 = f(t_3)$ для реальних харчових продуктів (рис. 11) можна бачити, що термічні властивості заморожених харчових продуктів відрізняються від властивостей чистого льоду.

Зменшення тиску пари над продуктом зумовлене тим, що розчинені у воді речовини мають здатність зв'язувати воду, і при цьому значно зменшується кількість води, здатної кристалізуватися, тобто виморожуватися.

Існує загальна закономірність зміни кривих виморожування залежно від початкової вологості. Слід відзначити, що повного виморожування вологи в продукті досягти не вдається. Невелика її кількість

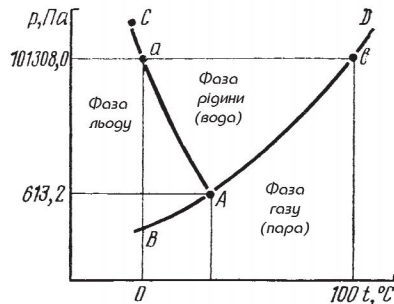


Рис. 10. Діаграма фазового стану чистої води

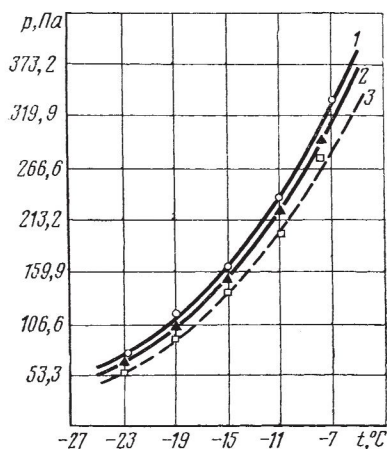


Рис. 11. Графік залежності тиску насичених парів води від температури для реальних продуктів:

- 1 — чистий лід; 2 — суп овочевий;
3 — борщ пюреподібний з м'ясом

лімації льоду. Пара переміщується від продукту до охолоджуваної поверхні конденсатора, конденсується і частково відводиться разом з неконденсованими газами вакуум-насосом.

не вимерзає навіть за дуже низьких температур; для харчових продуктів ця величина коливається в межах 0,2—0,39 г на 1 г сухої речовини.

При проведенні сублимаційного сушіння в умовах розрідження важливо знати кількість води, що перейшла в пару з замороженого стану, оскільки значною мірою визначає якісні показники готового продукту.

Принципова схема вакуум-сублимаційного процесу зрозуміла з рис. 12. Попередньо заморожений продукт розміщується на сітці між нагрівними плитами. Після вакуумування установки від нагрівних плит до продукту подається енергія в кількості, необхідній для сублимації.

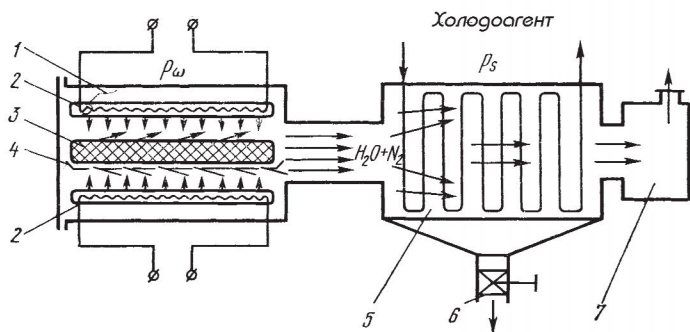


Рис. 12. Принципова схема вакуум-сублимаційного сушіння:

- 1 — сублиматор; 2 — генератор теплової енергії; 3 — продукт; 4 — сітка;
5 — конденсатор; 6 — патрубок для спускання конденсату; 7 — вакуум-насос

Для забезпечення нормального перебігу процесу в такій системі треба створити перепад тисків водяної пари між сублиматором і конденсатором.

Інтенсивність процесу сублимаційного сушіння буде залежати не тільки від кількості енергії, підведеної до поверхні випару, і опору потоку парів, а і від теплофізичних характеристик продукту.

Зміна параметрів у процесі сублімаційного сушіння харчових продуктів була досліджена на установці «Марко-1а» фірми «Атлас». Температура поверхні продукту підтримувалась на рівні 65°C , тиск в установці протягом усього процесу коливався від 150 до 50 Па, причому парціальний тиск водяних парів змінювався в межах 75 — 5 Па. Тривалість зневоднення різних продуктів з початковою вологістю 75—85 % коливалась від 6,5 до 9 год.

Підведення теплової енергії до продукту може здійснюватися різними методами: теплопровідністю, випромінюванням, нагріванням у полі високої частоти, інертними газами, а в деяких випадках доцільне комбінування різних методів. Механізм процесу перенесення енергії, маси і кількості руху вивчені ще недостатньо. В умовах сушіння заморожених матеріалів у вакуумі наявна зміна щільності парогазової суміші, різке зростання обсягу пари і його кінематичної в'язкості, що ускладнюють гідродинамічну картину перенесення маси й енергії. Зміна властивостей об'єкта і середовища супроводжується також утворенням сухої зони в продукті, що надалі справляє істотний вплив на внутрішні й зовнішні процеси перенесення.

Розрахунки показують, що дифузійний потік становить приблизно одну шосту, а сума потоків, спричинених дією механічного насоса і термодифузиею, — сімдесяту частину від дійсного потоку маси водяної пари.

Значна невідповідність розрахункових і експериментальних даних пояснюється різким збільшенням обсягу пари при фазовому перетворенні, виділенням затиснених у продукті неконденсованих газів, збільшенням поверхні випарювання за рахунок відриву комплексів молекул тощо.

Відповідно до гіпотези А. В. Ликова при сублімації речовини відбувається явище, аналогічне вибуху з утворенням квазіударної хвилі, в зоні якої відбувається конденсація пари з утворенням частинок льоду. Інтенсивність процесу зумовлена рухом молекулярних хвиль розрідження за наявності джерела речовини.

А. А. Гухманом і Г. А. Єрмаковою запропонована гіпотеза струминного тепло- і масообміну при сублімації льоду. Випарювання льоду у вигляді струменів, що вириваються з дискретно розташованих центрів та ежектують робоче середовище, викликає інтенсивне перемішування парогазової суміші.

ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СУБЛІМОВАНИХ ПРОДУКТІВ

Нині розроблена промислова технологія виробництва різноманітного асортименту харчових продуктів сублімаційного сушіння, у тому числі деяких овочів, овочевих і фруктових-ягідних соків, пюре, готових до вживання овочевих, овоче-м'ясних блюд тощо.

Зелений горошок. Перед вакуум-сублимаційним сушінням бланшований зелений горошок заморожують у повітряних швидкозаморожувальних апаратах при температурі середовища мінус $-30...-35^{\circ}\text{C}$ з доведенням температури продукту до $-20...-25^{\circ}\text{C}$. Заморожують продукт безпосередньо в металевих лотках, на яких проводиться сушіння. Навантаження сировини на 1 м^2 сушильної поверхні повинні бути не більше $5-6\text{ кг}$. Заморожування горошку у вакуумі неприйнятне, оскільки помітно знижує якість сухого продукту (усадка зерен, знижений ступінь регідратації тощо).

Для продовження сезону вироблення зеленого горошку сублимаційним сушінням і більш ефективного використання устаткування доцільно заготовлювати сировину в період масового надходження і зберігати її в замороженому вигляді в холодильних камерах. Для цього підготовлений горошок заморожують при температурі середовища $-25...-35^{\circ}\text{C}$ до -18°C і зберігають у картонних коробках при температурі повітря в камері -18°C .

Для сублимаційного сушіння зеленого горошку використовують камерні сушильні установки періодичної дії з радіаційним або контактним підведенням тепла. Для одержання сушеного продукту високої якості треба видалити в замороженому стані $85...90\%$ вологи. Максимальна позитивна температура продукту на стадії випарювання залишкової вологи не повинна перевищувати 55°C . Кінцева вологість висушеного горошку повинна бути не вище 5% . Процес зневоднювання ведуть при залишковому тиску парогазової суміші в сублиматорі $66,6-80,0\text{ Па}$ і температурі поверхні конденсатора-виморожувача $-35...40^{\circ}\text{C}$. Тривалість сушіння $11-12\text{ год}$. Сушений зелений горошок інспектують, пропускають через магнітні загородження, фасують у приміщенні з температурою повітря $20...25^{\circ}\text{C}$ і відносною вологістю не вище $35-40\%$. Продукт, призначений для громадського харчування, фасують у металеві консервні банки № 14 і 15, що відповідають вимогам державного стандарту. Для роздрібної торгівлі сухий горошок фасують у тришарові плоскі полімерні пакети на основі алюмінієвої фольги. Фасування повинне проводитися в середовищі інертного газу (газоподібний азот) з попереднім створенням розрідження в тарі не менше $99,8\%$ і заповненням азотом до тиску $1,013-10^5\text{ Па}$.

Повітря може бути вилучене з упаковки методом «промивання» тари газоподібним азотом. В усіх випадках вміст молекулярного кисню в упакованій тарі з зеленим горошком повинен бути не більше 2% .

Цвітна капуста. Цвітну капусту миють у вентиляторній мийній машині з наступним душовим обполіскуванням головок на струс-

ній мийній машині під тиском 2—3 кПа до повного видалення забруднень, потім ріжуть на пластинки завтовшки 8—10 мм на овочерізці з дисковими ножами.

Бланшування капусти проводять у паровому стрічковому бланшувачі протягом 2,5—3 хв парою при атмосферного тиску з температурою, близькою до 100 °С. Термічно оброблену капусту негайно прохолоджують душуванням водою, дають стекти воді і вручну розкладають на лотки з розрахунку 6—7 кг на 1 м² лотка.

Термічна обробка цвітної капусти перед зневоднюванням необхідний технологічний процес, що справляє на продукт як позитивний, так і негативний вплив. Під впливом високої температури відбуваються фізичні, фізико-хімічні й біохімічні процеси, що змінюють не тільки нативні, а і технологічні властивості сировини. Дуже складні зміни відбуваються в тих випадках, коли теплопередавальним середовищем служить вода чи пара. Бланшована капуста легше віддає вологу, тобто швидше висушується внаслідок збільшення паропровідності клітинних стінок, а в сухому вигляді вона швидше відновлюється, краще зберігає колір і смак, більш стабільна при збереженні внаслідок необоротної інактивації окисних ферментів.

Разом з тим при бланшуванні відбувається часткова втрата сухої речовини. При цьому, якщо процес відбувається у водному середовищі, відносна вологість бланшованої капусти підвищується в основному за рахунок часткового набрякання (гідратації) клітинних стінок. Тут доречно відзначити, що при бланшуванні зразків цвітної капусти різних сортів з початковою вологістю відповідно 87,52; 90,76 і 86,88 % авторами встановлена обставина, що безсумнівно має важливе практичне значення при зневоднюванні даного рослинного матеріалу: зразки капусти всіх трьох сортів, бланшовані за прийнятим режимом (температура води 87—93 °С, тривалість прогрівання 2—2,5 хв, товщина пластин 8—10 мм) містили після обробки практично однакову кількість вологи в межах 94,6—94,8 %. Це можна пояснити тим, що поглинання води клітинними стінками відбувається до визначеної межі, що не залежить від вихідного вологовмісту матеріалу. Волога, поглинута клітинними оболонками, утримується електростатичними силами і є зв'язаною вологою, для випаровування якої потрібна витрата додаткової теплової енергії.

У практичних умовах на переробку звичайно надходить одночасно сировина різних ботанічних сортів з різним вологовмістом. Приведення сировини перед сушінням до одного вологовмісту має важливе значення з погляду рівномірності процесу зневоднювання й одержання партій готового продукту з заданою чи близькою до неї кінцевою вологістю.

Сублимаційному сушінню цвітної капусти передують її заморожування. Заморожування до температури -25 °С проводять у швидкозаморожу-

вальних апаратах при температурі повітря $-30...-35^{\circ}\text{C}$. Заморожування капусти у вакуумі неприйнятно, тому що призводить до усадки й утруднює процес поглинання води при відновленні сухого продукту.

Сублимаційне сушіння кольорової капусти ведуть у таких технологічних параметрах: температура заморожування $-20...-25^{\circ}\text{C}$, температура сублимації $-18...-20^{\circ}\text{C}$, температура поверхні конденсатора-виморожувача $-32...-35^{\circ}\text{C}$, температура поверхонь плити: мінімальна — 16 , максимальна — 80°C , тиск у сублиматорі $40—66,6$ Па, максимальна температура нагрівання продукту — 50°C , тривалість сушіння — 570 хв (рис. 13).

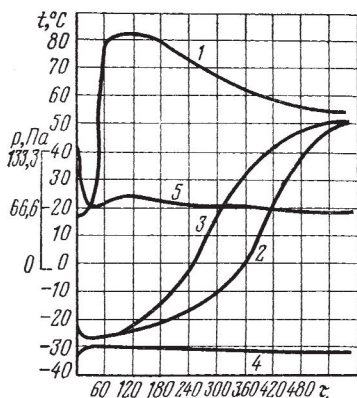


Рис. 13. Термограма сублимаційного сушіння кольорової капусти на установці з контактним підведенням тепла: 1 — температура плити; 2 — температура центральної зони продукту; 3 — температура поверхні продукту; 4 — температура конденсатора-виморожувача; 5 — тиск парової суміші

більше ніж на $2/3$ висоти за товщини шару продукту в пакеті не більше 20 мм. Пакування капусти має проводитися в середовищі газоподібно-го азоту.

З метою максимального захисту дуже чутливої до механічних ушкоджень цвітної капусти сублимаційного сушіння видається доцільним вміщувати полімерні пакети з продуктом в індивідуальні картонні коробки.

Ріпчаста цибуля належить до такого виду сировини, консервування якого методом вакуум-сублимаційного сушіння найбільш доцільне.

При сублимаційному сушінні зміна нативних властивостей ріпчастої цибулі мінімальна, а швидке відновлення сухим продуктом живильних і смакових властивостей після оводнення свідчить про незаперечну перевагу сублимаційного сушіння цибулі перед іншими способами її консервування.

Для сублимаційного сушіння використовують цибулю ріпчасту, що відповідає вимогам державного стандарту. Найпридатніші для переробки гострі сорти, з сильним запахом і гострим смаком: Арзама-

ська, Спаська, Стригунівська, Ростовська тощо. Цибуля з підвищеним вмістом цукру непридатна для переробки, тому що в процесі сушіння прилипає до лотків, у результаті чого збільшується вихід нестандартної продукції. Крім того, при збереженні сухої цибулі з підвищеним вмістом цукру в ній більш інтенсивно відбуваються реакції неферментативного потемніння.

Очищену і проінспектовану цибулю миють під душем холодною водою, а після стікання води ріжуть на дискових овочерізальних машинах кружками завтовшки 3—5 мм, розкладають на лотки по 8—9 кг на 1 м² і заморожують у швидкозаморожувальних камерах при температурі повітря від -30...-35°C до -20...-25°C. Бланшуванню цибулю не піддають.

Сушіння цибулі проводять до вмісту вологи не більше 5 % за дотримання таких параметрів: температура продукту в період сублімації льоду -15...-20 °C; кількість вологи, вилученої при негативній температурі, 80—82 %, максимальна температура нагрівання продукту 53—55°C, абсолютний тиск у субліматорі 66,6—80,0 Па, температура поверхні конденсатора-виморожувача -35...-40°C, тривалість сушіння — 510—540 хв.

Сушену цибулю інспектують, пропускають через магнітну пастку і передають на фасування. Дуже висока гігроскопічність сублімованої цибулі вимагає проведення цих операцій за відносної вологості повітря не вище 35—40 %. Фасують цибулю в металеві консервні банки і споживчі тришарові пакети з матеріалу типу хостафан-метал-РЕ. Пакування доцільно вести в середовищі газоподібного азоту, попередньо звільнивши тару від повітря.

Овочеві порошки

Порошок соку білокачанної капусти. Сировиною для вироблення сухого соку служить натуральний сік білокачанної капусти. Для його одержання відбирають цілі, зрілі капустини поширених господарсько-ботанічних сортів, очищаючи їх від покривних зелених листів. Очищені качани інспектують і миють. Перед добуванням соку капусту шаткують (нарізають) на шинкувальних машинах у вигляді смужок, а потім піддають подрібненню. Рекомендується використовувати для подрібнення електром'ясорубки («вовчок») з набором решіток з отворами діаметром 6 і 5 мм, що забезпечує вихід соку до 58 % при відтисканні м'язги на гідравлічному пресі. Грубе здрибнювання дробленої маси (решітка з отворами діаметром 9 мм) чи дрібне (отвори діаметром 3 мм) зменшує вихід соку, що становить відповідно 45 і 47 %.

Отриманий сік повинен бути профільтрований для видалення частинок м'язги і негайно спрямований на наступні технологічні операції: заморожування і сублімаційне сушіння.

Заморожують сік у лотках з нержавіючої сталі в швидкозаморозувальних камерах при температурі повітря -30°C . Сублімаційне сушіння на установках з радіаційним підведенням тепла ведуть з дотриманням таких режимів: температура сублімації льоду -16°C , температура замороженого соку $-18\ldots-20^{\circ}\text{C}$, кількість соку на 1 м^2 лотка 10 кг , товщина шару — 10 мм , максимальна температура продукту наприкінці сушіння — 55°C , максимальна температура грійних плит — 90°C , температура поверхні десубліматора -30°C , загальний тиск пароповітряної суміші в субліматорі $66,6\text{—}93,3\text{ Па}$, тривалість сушіння — $480\pm 40\text{ хв}$, вологість сухого соку — $3,0\pm 0,3\%$.

Порошок соку інспектують і фасують у тришарову паро-газонепроникну полімерну плівку.

Основні хімічні показники якості соку в процесі технологічної обробки змінюються незначно. Наприклад, збережуваність найціннішого, але дуже термолабільного компонента капустианого шару—вітаміну V (5-метилметіоніну) становить $85\text{—}92\%$.

Порошок соку червоних буряків виробляють з термічно оброблених столових буряків. У виробництво допускаються тільки буряки з м'якоттю темно-червоного кольору, найстійкішою до термічної обробки, сортів Бордо 237, Грибовський, Незрівняний, Ерфуртський тощо.

Буряки, що надходять на переробку, повинні бути старанно відмиті від залишків землі, піску й інших забруднень. Для цього застосовують двостадійне миття. Спочатку коренеплоди миють у мийних машинах барабанного типу, а потім до повного видалення забруднень — у вібраційних. Якість миття повинна систематично контролюватися. За наявності на поверхні коренеплодів глибоких тріщин, у яких можуть накопичуватися трудновимивні залишки ґрунту, варто розрізати їх на частини і ретельно промивати. У разі значного забруднення буряків їх попередньо миють у лопатевій мийній машині чи відмочують у ванні з водою.

Відповідно до технологічної схеми (рис. 14) перед бланшуванням коренеплоди калібрують за діаметром на такі розміри: дрібні $6\text{—}8\text{ см}$, середні $8\text{—}10\text{ см}$ і понад 10 см , обрізають кінці (листову і кореневу частину) й інспектують. Потім обполіскують під душем за тиску води $0,25\text{ МПа}$. Термічну обробку проводять парою у закритих апаратах (автоклавах) під тиском при температурі не вище 105°C до повної готовності. Тривалість бланшування встановлюється дослідним шляхом окремо для кожного розміру буряків і становить в середньому $30\text{—}50\text{ хв}$. Бланшування буряків збільшує вихід соку, оскільки під впливом високої тем-

пературі відбувається коагуляція білків протоплазми і проникність клітинних стінок збільшується. При нагріванні відбувається інактивація ферментів, що сприятливо позначається далі на стійкості заводного соку до збереження. Висока температура сприяє також знищенню вегетативних форм мікроорганізмів.

Сік, отриманий із бланшованих до готовності буряків, відрізняється вищою якістю (відсутність каламуті, природний колір), ніж сік з буряків, не підданий глибокій термічній обробці.

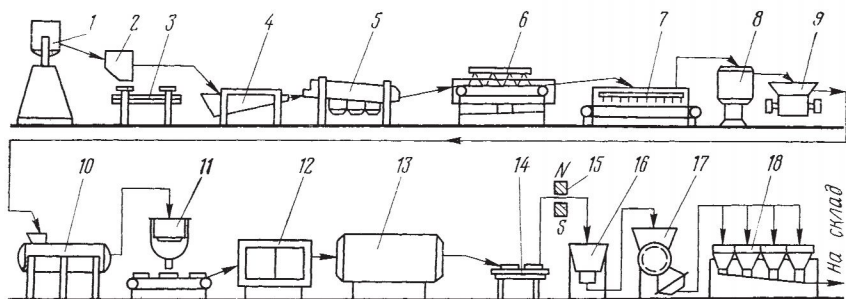


Рис. 14. Технологічна схема виробництва соку столових буряків методом сублімаційного сушіння: 1 — контейнероперекидач; 2, 16 — бункери; 3 — інспекційний транспортер; 4 — мийна машина; 5 — калібрувальна машина; 6 — душове миття; 7 — бланшувач; 8 — картоплечистка; 9 — дробильна машина; 10 — прес; 11 — розливна машина; 12 — морозильна камера; 13 — сублімаційна установка; 14 — інспекційний стіл; 15 — магнітовловлювач; 17 — подрібнювач; 18 — фасувально-пакувальний автомат

Для полегшення відокремлення соку буряки подрібнюють на дробильних машинах чи на плодоовочевих терткових машинах на частинки розміром 3—5 мм. Відтискання соку з дробленої маси проводять на гідравлічних пресах або центрифугах. Пресування ведуть при поступовому збільшенні тиску. Максимальний тиск пресування становить 11—12 МПа за висоти шару м'язги 70—100 мм. Тривалість пресування 25—30 хв. Отриманий сік фільтрують під час розливу через полотняні чи металеві фільтри з чарунками діаметром 0,5—0,75 мм.

Готовий сік розливають на лотки з нержавіючої сталі чи харчового алюмінію шаром завтовшки 10—12 мм і заморозують при температурі середовища $-35\ldots-40^{\circ}\text{C}$ до -30°C усередині шару продукту. Навантаження соку на 1 м^2 площі лотка повинне бути не більше 5—6 кг.

Перед завантаженням продукту в сушильну камеру (субліматор) температура поверхні конденсатора-виморожувача повинна бути не вище -35°C .

Підведення тепла до продукту проводиться при температурі продукту -30°C .

У процесі сушіння температура випаровуваного льоду повинна бути $-20\ldots-25^{\circ}\text{C}$ з поступовим підвищенням до 0°C протягом

330—360 хв з початку сушіння соку. Максимальна позитивна температура продукту на стадії вакуум-теплогового досушування не повинна перевищувати 50 °С. Сік сушать до кінцевої вологості не більше 5 %.

Через винятково високу гігроскопічність бурякового соку сублімаційного сушіння всі операції, пов'язані з інспекцією, пропусканням через магнітні зволожувачі, здрібнюванням і фасуванням, проводять у приміщенні з відносною вологістю повітря 35—40 %.

Готовий продукт фасують у плоскі пакети з тришарової полімерної плівки або металеві консервні банки.

ТЕМА 10

ЯКІСТЬ СУШЕНИХ ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ СУШЕНИХ ОВОЧІВ І КАРТОПЛІ

Сушені овочі й картопля залежно від методів їхньої обробки перед сушінням, сушіння й умов збереження можуть значно змінювати якісні показники. Так, побуріння сушеної капусти, що зберігається при температурі 20...30 °С протягом 5—6 міс., настільки сильне, що продукт стає непридатним до вживання в їжу. Крім зовнішніх ознак псування, відбувається інтенсивне руйнування аскорбінової кислоти, що міститься в продукті.

Взагалі помічено, що при тривалому збереженні сушених овочів і картоплі навіть в оптимальних умовах спостерігається зниження їхньої якості. У продукті руйнуються вітаміни, окиснюються ліпіди, знижується набухливість при поновленні у воді, губиться аромат. Продукт сильно темніє.

У результаті досліджень установлені фактори, що призводять до погіршення якості сушених овочів і картоплі. До них належать: зміна якості в результаті ферментативних реакцій, що проходять у продукті, особливо при підготовці його до сушіння; неферментативні зміни в процесі збереження продукту в результаті цукроаміних реакцій; окисні процеси, пов'язані з дією кисню. Усі ці зміни відбуваються за певних умов, що коротко викладені нижче.

Ферментативне псування продукції

Овочі й картопля у свіжому вигляді містять велику кількість ферментів, що значно активізують ферментативні реакції в процесі підготовки сировини до сушіння і самого сушіння. Доведено, що за деяких умов технологічного процесу спостерігаються реакції ферментативного

розпаду крохмалю й утворення цукрів, що, як буде видно нижче, є однією з причин інтенсивності цукроамінних реакцій.

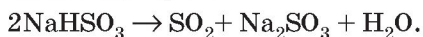
У зв'язку з цим одним з основних завдань технологічних прийомів підготовки овочів і картоплі до сушіння є інактивація їхньої ферментної системи. Це забезпечується своєчасним бланшуванням сировини і обробкою її розчином бісульфіту натрію (NaHSO_3).

При очищенні овочів і картоплі руйнуються їхні клітини, внаслідок чого на поверхні коренеплодів виділяються крохмаль, білки, вільні амінокислоти, мінеральні солі, ферменти й інші легко окиснювані речовини. Створюються сприятливі умови для взаємодії цих речовин з киснем повітря під дією окисних ферментів як каталізаторів.

Речовини, утворювані в результаті окиснювання, погіршують зовнішній вигляд продукту і надалі при збереженні сушених овочів і картоплі є причиною їхнього псування.

Так, при очищенні картоплі часто спостерігається її потемніння при збереженні на повітрі, спричинюване окиснюванням тирозину киснем повітря за участю окисних ферментів. Як відомо, тирозин має властивості фенолу і амінокислоти й окиснюється ферментом поліфенолоксидазою. За наступного перетворення продуктів окиснювання тирозину (*n*-аміно-*o*-хі-нона) утворюються продукти конденсації чорного кольору — меланіни, чим зумовлюється зміна кольору очищеної картоплі на повітрі.

Для запобігання окиснювання тирозину при зіткненні поверхонь бульб з киснем повітря картоплю після очищення обробляють двооксидом сірки. Як його джерело використовують розчин бісульфіту натрію. Сіль добре розчиняється у воді, і її розчин не має запаху. Водяний розчин бісульфіту натрію при температурі понад 65°C розкладається з виділенням діоксиду сірки:



Механізм дії діоксиду сірки як сильного відновника полягає в блокуванні груп окисних ферментів. Крім того, реагуючи з карбонільними групами цукрів, він затримує їх реакції з аміногрупами і тим самим запобігає утворенню темнозabarвлених речовин (меланоїдинів).

Обробка сировини діоксидом сірки сприяє збільшенню терміну збереження сушеного продукту і повнішому збереженню в ньому аскорбінової кислоти й інших вітамінів.

Дослідження збережуваності вітамінів у сушеній капусті, обробленій і не обробленій бісульфітом натрію, показали, що в сульфітованій капусті усі вітаміни, крім B_1 , зберігаються значно краще. На вмісті вітаміну B_2 сульфитація не відбивається (у тому й іншому зразку було по $3,7\text{ мг B}_2$). Вітамін B_1 під дією сульфиту руйнується, і вміст його падає з $0,41$ до $0,13\text{ мг}$ у 100 м продукту.

Вміст діоксиду сірки в сушених овочах і картоплі залежить від кількох факторів, з яких найістотніші — концентрація робочого розчину бісульфіту і тривалість обробки.

Найбільш прийнятна обробка підготовленої сировини 0,40—0,45 % -ним розчином бісульфіту натрію протягом 2 хв. При цьому, наприклад, вміст SO_2 у сушеній картоплі становить 0,040—0,052 %, що в готовому продукті не відчувається. Смак вареної картоплі добрий, без сторонніх запахів і присмаків.

Мінімальний вміст SO_2 , за якого в продукті виявляються захисні властивості, становить 0,02 % від маси сушеного продукту. При підвищенні вмісту двооксиду сірки до 0,03—0,04 % захисні властивості його значно підвищуються.

Рекомендується виробляти сушені овочі зі вмістом SO_2 до 0,04 %. В Україні сульфитації звичайно піддають картоплю, капусту, моркву і цибулю.

Не менше значення для інактивації окисних ферментів, ніж сульфитація, має також бланшування сировини. Звичайно очищені і нарізані овочі й картоплю бланшують гарячою водою чи паром. При бланшуванні паром цілком інактивуються ферменти, поліпшується розварюваність і набухання, краще зберігаються вітаміни, знижуються втрати сухих речовин порівняно з бланшуванням водою.

Повнота інактивації окисних ферментів у процесі бланшування залежить від тривалості процесу, температур у паровій камері і температури продукту наприкінці бланшування.

Досліджений ступінь інактивації пероксидази за різних режимів бланшування паром білокачанної капусти. Пероксидаза, як відомо, інактивується за більш високих температур, ніж інші ферменти, і у разі досягнення повної її інактивації можна бути впевненим, що інші ферменти також інактивовані.

Дослідження показали, що для інактивації ферментів нарізаної білокачанної капусти тривалість процесу бланшування повинна бути не менше 2 хв при температурі в паровій камері 97 °С. Температура продукту наприкінці бланшування повинна становити 80—90 °С.

У цьому разі якісна реакція на пероксидазу негативна. При бланшуванні капусти паром протягом 2 хв втрати сухих речовин становлять близько 10 %, тоді як при бланшуванні у воді вони досягають 24 %.

Неферментативне псування продукції

Зниження якості сушених овочів і картоплі в багатьох випадках пояснюється реакціями неферментативного порядку, що проходять у продукті під час зберігання. Серед них основну роль відіграють реакції

між речовинами, що містять карбонільну групу (редуючі цукри, аскорбінова кислота тощо), і амінокислотами.

У результаті цих реакцій утворюються темнозабарвлені сполуки, що носять загальну назву меланоїдини.

Забарвлення, наприклад, сушеної картоплі змінюється від кремового до чорного, з'являється гіркувато-кислий присмак і неприємний запах. Денатуруються і білкові речовини, внаслідок чого погіршується набухлість сушеного продукту. Зменшується активна кислотність продукту, виділяються вуглекислий газ і вода, підвищуються редукувальні властивості продукту.

Швидкість неферментативних реакцій, що призводять до потемніння сушеного продукту, залежить від багатьох факторів. Одним з істотних є вміст у продукті речовин з карбонільними групами, особливо редуючих цукрів, активність їх і амінокислот у хімічних реакціях.

З підвищенням концентрації речовин, що беруть участь у цукроамінних реакціях, прискорюються процеси, що приводять до потемніння продукту. Ці процеси відбуваються при різних температурах, але особливо прискорюються при зберіганні сушеного продукту в умовах підвищених температур і, навпаки, при збереженні сушеного продукту в умовах знижених температур вони можуть бути практично припинені.

На інтенсивність перебігу реакцій, що зумовлюють потемніння продукту, впливає і величина активної кислотності. За рН понад 7,0 (у лужному середовищі) ці реакції проходять значно швидше, і дуже уповільнено — у нейтральному середовищі. рН водяного розчину картоплі, наприклад, повинен бути в межах 6,2—6,6.

Утворення меланоїдинів являє собою складний окисно-відновний процес, за якого утворюється цілий ряд проміжних сполук: фурфурол, оксиметилфурфурол, вода, вуглекислий газ тощо.

Вже у процесі сушіння овочів (особливо капусти і картоплі) проходять початкові реакції потемніння, пов'язані з конденсацією редуючих цукрів і амінокислот та утворенням продуктів конденсації, у результаті чого отримуються нові проміжні сполуки з вільними карбонільними й амініними групами, що мають велику хімічну активність. Ці початкові реакції за несприятливого температурного режиму сушіння призводять до потемніння продукту.

Для зменшення інтенсивності процесів, що спричиняють погіршення якості сушених овочів і картоплі, слід суворо стежити за тим, щоб у процесі підготовки сировини до сушіння в ній не відбувалося нагромадження редуючих цукрів.

Якість сушеної картоплі значною мірою залежить від вмісту редуючих цукрів у бульбах. Що їх менше, то вище якість і стійкість суше-

ного продукту. Вміст цукрів залежить від сорту, умов і тривалості збереження картоплі.

У свіжезібраної картоплі кількість редукуючих цукрів становить приблизно 3 % у перерахунку на абсолютно суху речовину. Під час зберігання хімічний склад бульб значно змінюється.

Що нижча температура і більша тривалість збереження, то швидше в бульбах збільшується вміст цукрів, що зростає найчастіше до 6—8 % у перерахунку на абсолютно суху речовину.

Причиною нагромадження цукрів у бульбах картоплі при збереженні в умовах знижених температур є нерівномірна зміна швидкостей окремих біохімічних реакцій. Так, сильно знижується інтенсивність дихання бульб, збільшується швидкість гідролізу крохмалю і, навпаки, зменшується швидкість реакцій, що призводять до перетворення цукру на крохмаль. При температурі 10...15°C процеси гідролізу крохмалю і дихання перебувають в рівновазі, і цукор в бульбах не накопичується.

За більш високої температури процеси окиснювання і ресинтезу крохмалю проходять швидше, ніж утворення цукрів, при цьому спостерігається зменшення вмісту в картоплі цукрів, що особливо редукують.

Для зниження цукристості доцільно перед сушінням витримувати картоплю певний час (5—10 днів) при температурі близько 20° С. Це так зване кондиціонування картоплі створює умови для одержання доброякісного сушеного продукту, значною мірою знижує кількість речовин, нагромаджуваних у результаті взаємодії редукуючих цукрів і амінокислот, і забезпечує триваліше збереження продукту без утрати якості.

Встановлено, що потемніння шматочків під час сушіння і подальшого зберігання готового продукту незначне, якщо кількість цукрів не перевищує 4 % у перерахунку на абсолютно сухий продукт.

Тому рекомендується сушити картоплю таких сортів, що під час зберігання повільно й у невеликих кількостях накопичували б цукри при низькій температурі і швидко їх витрачали у процесі в умовах підвищених температур.

Відомі також сорти картоплі, наприклад Берліхінген, у бульбах яких цукри швидко накопичуються при зберіганні й дуже повільно потім витрачаються. Такі сорти картоплі сушити не рекомендується. Сульфітація, проведена при підготовці овочів і картоплі до сушіння, зменшує ступінь утворення темнозабарвлених речовин. Як відзначалося, SO₂, реагуючи з цукрами, блокує карбонільні групи, внаслідок чого зменшується можливість цукроаміних реакцій. Особливо помітно це на білокачанній капусті: одержати сушену якісну капусту нормального забарвлення без обробки бісульфітом натрію не можливо.

Як засвідчили дослідження, сушена капуста вологістю 6 %, оброблена перед сушінням бісульфітом натрію, протягом 30 міс. зберігання

при температурі -2°C відповідала технічним умовам. При збереженні на складі з нерегульованою температурою вона побуріла дуже швидко, а капуста, оброблена до сушіння бісульфітом натрію, витримала зберігання в цих умовах протягом 6 міс.

Інтенсивне псування сушеної капусти спостерігалось при зберіганні при температурі $20\ldots 30^{\circ}\text{C}$, але й за цих умов сушена капуста вологістю 6 %, оброблена до сушіння бісульфітом натрію, після тримісячного зберігання ще відповідала технічним умовам.

Окисне псування продукції

Окисне псування сушених овочів і картоплі викликаються реакціями окиснювання жирів, що містяться в них, киснем повітря, інтенсивність яких помітно зростає зі збільшенням вологості сушеного продукту.

Відомо, що сушені овочі містять незначну кількість жирів. Так, у сушеній картоплі жиру 0,3 %, у капусті білокачанній — 1,4, у моркві — 1,5 і в цибулі — 2,8 %. Прогоркання жиру в сушених овочах, мабуть, зумовлене окиснюванням киснем повітря ненасичених жирних кислот. Утворювані перекиси жирних кислот далі розкладаються до альдегідів, що надають продукту неприємних запаху і смаку. За відсутності кисню прогоркання жирів не спостерігається. Отже, збереження сушених овочів і картоплі (особливо моркви і картоплі, жир яких дуже лабільний і швидко піддається псуванню) у середовищі інертного газу може значно зменшити окиснювання жиру в продукті.

Відомі деякі речовини, названі антиоксидантами, що затримують прогоркання жирів, будучи додані до продукту в дуже малих кількостях. Проте технічна складність використання антиоксидантів у збереженні сушених овочів і картоплі є причиною незначного їх застосування.

Умови, що забезпечують зберігання продукту

Найважливішим показником якості сушених овочів і картоплі є їх стійкість під час зберігання. Зміни, що відбуваються в сушених овочах і картоплі в ході технологічного процесу і у процесі зберігання, про які йшлося вище, можуть бути загальмовані використанням відповідної упаковки і дотриманням визначених умов зберігання.

На підставі численних досліджень встановлені оптимальні умови, суворе дотримання яких забезпечує збережувальність продукту. Сутність їх коротко зводиться до такого:

при підготовці до сушіння піддавати овочі й картоплю термічній обробці (бланшуванню) і сульфитації;

сушити овочі до 8 % -ної вологості, картоплю — до 6 — 7 % ;
у разі тривалого збереження сушені овочі і картоплю варто брикетувати;
для пакування сушених овочів зниженої вологості застосовувати герметичну тару, бляшанки;
у тару з овочами і картоплею закладати вологопоглиначі;
з тари, заповненої продуктом, видаляти повітря (кисень) і звільнений простір заповнювати інертним газом (азотом);
зберігати упаковані овочі при температурі не вище 20 °С.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурич О., Берки Ф.* Сушка плодов и овощей. — М.: Пищ. пром-сть, 1978.
2. *Кац З.А.* Производство сушёных овощей, картофеля и плодов. — М.: Пищ. пром-сть, 1976.
3. *Сушка пищевых растительных материалов/Г.К. Филоненко, М.А. Гришин и др.* — М.: Пищ. пром-сть, 1971.
4. *Справочник технолога пищевого концентратного и овощесушильного производства/ В.Н. Гуляев, Н.В. Дремлена, З.А. Кац.* — М. Лёг. и пищ. пром-сть, 1984.
5. *Сажин Б.С.* Основы техники сушки. — М.: Химия, 1984.
6. *Сушеные овощи и фрукты/ Под ред. В.Н. Гуляева.* — М.: Пищ. пром-сть, 1980.

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ СУШІННЯ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ

Конспект лекцій
для студентів спеціальності 7.091706
«Технологія зберігання, консервування
та переробки плодів та овочів»
денної та заочної форм навчання

Укладачі: Бессараб Олександр Семенович
Шутюк Віталій Володимирович

Комп'ютерна верстка Ю.В. Федосенко

Підп. до друку 04.07.02р. Обл.-вид. арк. 4,07. Наклад 100 прим.
Вид. № 164/2002. Безплатно. Зам. №

РВЦ НУХТ, 01033 Київ-33, вул. Володимирська, 68