ЛЕКЦІЯ № 40 МІКРОБІОЛОГІЧНІ ТА ФІЗИЧНІ СПОСОБИ КОНСЕРВУВАННЯ

1. Сушіння овочів і плодів.
2. Підготовка сировини до штучного сушіння.
3. Заморожування плодоягідної продукції

Література: 1. Г. І. Подпрятов, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. Зберігання і переробка продукції рослинництва 369-382;
2. Подпрятов Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва 290-295.

1. Сушіння овочів і плодів

До фізичних способів консервування належить сушіння овочів, фруктів та картоплі. Після видалення з плодів вільної вологи в них залишається зв'язана волога, при якій розвиток мікрофлори неможливий, а ферменти інактивовані, тобто продукт законсервований. **Перевагами сушіння є те, що сушену продукцію неважко зберігати — вона займає менший об'єм**. Крім того, багато сушеної плодоягідної продукції отримують, використовуючи природне тепло. **Сушені картопля, овочі повинні мати вологість 12 %, фрукти, ягоди 20 - 25 %.**

Свіжі плоди містять багато вільної вологи, яка під час сушіння легко випаровується, особливо з міжклітинників. Великі плоди ріжуть (що менший розмір шматочків, то більша швидкість сушіння). **Процес сушіння складається з окремих фізичних процесів:**

1) зокрема термодифузії, в результаті якої тепло від менш нагрітих частинок передається до більш нагрітих завдяки високій теплопровідності нарізаних шматочків;

2) частинки містять дуже багато води, що й зумовлює швидку теплопередачу;

3) випаровування вологи здійснюється внаслідок того, що нагріта всередині тканин волога розширяється і підвищується тиск;

4) гаряче повітря теплоносія вологоємне і відбирає вологу, яка випаровується.

Щоб запобігти цим явищам, необхідно суворо додержувати режиму сушіння.

У сировині, призначеній для сушіння, не повинно бути підморожених, зіпсованих хворобами або шкідниками плодів. У ній має бути високий вміст сухих речовин. Так, для сушіння картоплі відбирають великі бульби, без глибоких вічок, із вмістом сухих речовин не менше 20 — 25 %, а моносахаридів — не більше 0,25 %. Виноград має бути високоцукристим, з тугою м'якоттю, невеликою кількістю насіння, тонкою, але міцною шкіркою. Плоди для сушіння беруть з набором хімічних речовин, які становлять харчову та біологічну цінність, тому ступінь зрілості кожного виду продукції підбирають якнайкращий. Для різання беруть плоди з добрим станом тургору. Продукція, яка не подрібнюватиметься, може бути трохи

підв'яленою (до 5 %). Кісточкові сушать у стадії їстівної стиглості, банани та манго — недозрілими, інжир — у споживчій стиглості з ніжною консистенцією.

Підготовка сировини до сушіння полягає у митті, сортуванні, калібруванні, видаленні неїстівних частин. Бланшують її до або після різання, однак після різання спостерігаються втрати сухих речовин. Внаслідок бланшування у клітині відбуваються коагуляція білків, гідроліз геміцелюлоз та протопектину, що прискорює сушіння, оскільки волога крізь шар коагульованих білків дифундує швидше. **Цибулю, часник, зелень не бланшують, щоб запобігти втратам ефірних масел. Абрикоси, персики, яблука, груші, виноград замість бланшування обробляють сірчистим ангідридом, який одночасно інактивує ферменти, завдяки чому плоди під час сушіння не темніють. Картоплю, моркву, буряки, капусту бланшують майже до готовності, тобто для сушіння беруть трохи недоварену продукцію, яка потребує мінімальної кулінарної обробки. Цибулини обпалюють у печах і миють.**

Великі плоди ріжуть: яблука — на шматочки, кільця, груші — на пластинки; картоплю, моркву — кубиками; буряки подрібнюють на відповідних машинах. Якщо продукція не бланшована, то її бланшують після різання: об'єм продукції збільшується, шкірка набуває тріщинуватості у формі сітки, що прискорює процес сушіння.

Для гальмування побуріння продукції використовують 0,1 %-й розчин аскорбінової або лимонної кислоти.

<u>Технологія сушіння:</u>

1. <u>Підготовка сировини</u>: миття, сортування, калібрування, видалення неїстівних частин.

2. Теплова обробка для <u>прискорення сушіння</u>: бланшування (сливи, картопля, морква, буряки, капуста), обпалення у печах (цибуля), обробка сірчистим ангідридом (абрикоси, персики, яблука, груші).

3. Сушіння до вологості овочів – 12%, фруктів чи ягід – 20-25%.

4. Зберігання в світлозахисній герметичній паперовій чи поліетиленовій тарі, заповненій азотом при температурі не вище 20^{0}С.

Відомі різні способи сушіння овочів і плодів:

- <u>сонячно-повітряне</u> (дешевше, але триває довше і висушені продукти забруднені атмосферними пилоподібними часточками) ;

- <u>штучне в сушарках</u> (використовують підігріте повітря);

- сублімацією;

- <u>інфрачервоним випромінюванням</u> (потребує значних затрат енергії, хоч процес відбувається швидше і висушена продукція має вищу якість).

<u>Сонячно-повітряне сушіння</u> застосовують при температурі навколишнього повітря не менше 30 °С. Майданчики для сушіння влаштовують далі від доріг, обладнують сортувальними столами та вагами. Крім того, тут повинні бути відкриті й закриті навіси, складські приміщення, м'яка та ящикова тара, мішкозашивна машина. Плоди плодоягідних культур сушать у саду. Стелажі або підноси роблять заввишки 0,3 — 0,4 м, краще із сітки, щоб продукція продувалася з усіх боків. Сушіння триває 1 — 2 тижні.

Сушіння абрикос. Висушені дрібноплідні абрикоси з кісточкою називають урюком, без кісточки (видалена після сушіння) — кайсою, а половинки крупноплідних абрикосів — курагою. **Абрикоси сушать 7 — 8 днів, після чого на 10 — 12 днів складають у купи для вирівнювання вологості**. Кінець сушіння визначають органолептично: при стисканні в руці висушені плоди легко розділяються, відновлюючи свою форму. **Вихід кураги 15 - 30 %, кайси 12 - 25, урюку 30 — 50 % від маси сирих плодів. Вологість 16 — 19 %. Хімічний склад урюку: цукру 40 — 80 %; кислот 1 — 6; втрати каротину — до 16 %.**

Сушіння винограду. Безкісточкові сорти висушеного винограду називаються кишмишем, а кісточкові - родзинками (ізюмом). **Залежно від місця сушіння розрізняють такі види виноградної сировини: бедона (висушений на сонці), сояги (висушений у тіні), сабза (перед сушінням оброблений 0,5 %-м розчином лугу та висушений на сонці). В кишмишних сортах винограду 20 — 25 % сухих речовин, ізюмних 20 —22 %.** Перед сушінням виноград обкурюють сірчистим ангідридом (30 — 40 г/м3) і обробляють 0,3 — 0,4 %-м киплячим розчином лугу, що зумовлює утворення на плодах тріщин у вигляді сітки і прискорює процес сушіння. Великі грона розрізають на частини. **Через 6 — 8 діб, коли ягоди потемніють, їх перевертають і залишають ще на 6 — 8 діб. Сушать до вологості 18 %. Вихід становить 27 — 32 % кишмишних та 26 — 27 % ізюмних сортів від мас сировини.**

Сушіння інжиру. Вибирають дозрілий інжир, підв'ялений, вирівняний, з тонкою еластичною шкіркою, невеликою кількістю насіння, великою м'якоттю. **На решетах за 3 — 4 дні на сонці при 30 — 40° С утворюється шкірочка. Потім інжир досушують до вологості 22 — 24 % у невеликих штабелях. Пізніше, протягом 3 — 5 міс**, у продукції відбувається перерозподіл вологи, і тільки тоді визначають остаточну її готовність.

<u>Штучне сушіння картоплі, овочів та плодоягідних культур проводиться гарячим теплоносієм</u> (повітрям, інфрачервоним випромінюванням) **або при пониженому тиску, у вакуумі в розпилювальних** сушарках (сушена продукція має крупнопористу структуру, що полегшує її відновлення при одержанні сухого овочевого пюре, яке використовується як компонент для дитячого чи дієтичного харчування). **Сушіння може бути контактним (зневоднення на валкових сушарках) та сублімаційним (заморожування у вакуумі з подальшим видаленням льоду).**

Сушильні камери, у яких використовується гаряче повітря чи підігріта пара, бувають шафного, тунельного, канального, стрічкового типів.

Шафні сушарки обладнані примусовою вентиляцією, за якої повітря подається із швидкістю 0,4 — 0,6 м/с. Продукцію вміщують на ситах, натягнутих на дерев'яні рами. Повітря подається знизу, проходить крізь сита і виходить у витяжну трубу. На нижніх ситах температура завжди нижча, тому їх періодично міняють місцями.

Тунельні сушарки зроблені з цегли у вигляді каналу, в який надходить теплоносій (повітря з топковими газами) і по якому переміщуються візки з установленими на них ситами з різаною продукцією. Тривалість сушіння 12 — 24 год.

Найпоширеніші стрічкові сушарки, всередині металевого корпусу яких є 4 — 5 сітчастих конвеєрних стрічок з корозійностійкої сталі. Чотири стрічки завантажують тільки з торцевого боку, а п'яту — з різних боків. Під кожною стрічкою встановлено калорифер, індивідуальний привод та варіатор швидкостей. Машина ПКС-20 має чотири стрічки загальною поверхнею 20 $м^2$ і продуктивністю 1 т за добу. Парові п'ятистрічкові сушарки СПЛ-4Г мають різну продуктивність і площу сітчастих стрічок. Цикл сушіння 200 хв, продуктивність за добу при сушінні яблук — 400 кг, абрикос без кісточок — 200 кг. У сушарки СПГ-4Г-90 калорифери розміщені під кожною стрічкою, обладнані регулювальними вентилями подачі пари та конден-сатовідвідниками, що дає змогу змінювати температуру сушіння продукції на кожній стрічці.

Останнім часом для сушіння продукції почали використовувати теплоту **інфрачервоного випромінювання**, **джерелом якого є лампи КГ220 В-100 Вт або трубчасті випромінювачі. Порізані на шматочки або цілі дрібні плоди, розміщені у будь-якій місткості, опромінюють лампами або випромінювачами, що розміщені на відстані 35 — 50 см від плодів** Якість продукції, висушеної інфрачервоним випромінюванням, краща, ніж висушеної у сушарках інших типів.

Сублімаційне, або молекулярне, сушіння полягає у видаленні із плодів вологи, яка переходить у кристалічний стан після заморожування продукції під вакуумом, а потім набуває газоподібного стану. Розрізняють три стадії сублімаційного сушіння:

1) заморожування продукту в камері при мінус 15 °С та різкому зниженні тиску;

2) власне період сублімації, перехід льоду у газоподібний стан;

3) видалення пари за допомогою теплоти. Процес сублімації, залежно від виду продукту, триває 15 — 30 год.

Усі сушені продукти гігроскопічні, тому їх герметично запаковують у паперову або поліетиленову тару, фанерні, картонні чи дощаті ящики, чотиришарові крафт-мішки. Зберігають у прохолодних, сухих, добре провітрюваних без доступу світла приміщеннях.

2. Підготовка сировини до штучного сушіння.

Білоголову капусту для сушіння беруть з білими листками, вирізають качан і шаткують на локшину завширшки 4 мм, потім бланшують у киплячій воді 3 хв. Після стікання води капусту розкладають на лотки чи решета і сушать при 65 — 70 °С, періодично перемішуючи.

Цибулю висушують на пластівці (інколи з них роблять порошок). Для сушіння використовують солодкі сорти з сильним ароматом (гострі непридатні). **Цибулю миють, видаляють верхні луски, зрізають механічним ножем верхню та нижню частини і ріжуть на шматочки завтовшки 3 — 5 мм**. У приміщенні, в якому підготовляють цибулю до сушіння, повинна бути добра вентиляція. Цибулю не бланшують. **Проводять двоступінчасте сушіння в тунельних сушарках у потоці повітря: перше — при температурі 70 °С, друге — при 57 °С. Сушать до**

вологості 7 %, після чого досушують у фінішері до вологості 4 %. Вихід готового продукту 11 %.

Найкращі **сорти моркви** для сушіння — Шантане та Імператорська, які мають оранжево-червоне забарвлення і ніжну м'якоть. Не придатні для сушіння молоді, старі чи потемнілі плоди. **Моркву ріжуть кубиками або шматочками, бланшують при 87 — 88 °С протягом 6 — 8 хв, потім сульфітують. Сушать у тунельних сушарках спочатку протягом 7 год до вологості 7 % (температура теплоносія 71 °С), а потім у фінішерах до вологості 4 % (температура теплоносія 48 - 49 °С).** Для отримання порошку моркву після подрібнення пресують. Видавлений сік екстрагують для одержання каротину. Масу після пресування пропускають крізь решето, сушать 2 год при частому помішуванні, потім сушать на барабанних (вальцьових) сушарках до вологості 10 — 12 %. У сушених продуктах міститься, %: азотистих речовин — 1,8; жиру — 0,9; клітковини — 4,6; золи — 2,8; декстринів — 12,3; крохмалю — 65,7. Після сушіння масу розмелюють, а борошно використовують при випіканні печива, хліба, приготуванні супів, каш, соусу.

Часник сушать теплоносієм з температурою 60 °С, досушують у фінішері при 37 °С до вологості 5 %. Вихід готової продукції (сушені шматочки чи порошок) 20 — 33 % від маси сировини.

Цитрусові сушать у сублімаційних сушарках. М'якоть, перетворена на тонкодиспергований продукт, потрапляє в потік гарячого повітря (120 — 180 °С), в якому висушується миттєво.

Столові буряки для сушіння вибирають з добре забарвленою м'якоттю. **Після бланшування їх ріжуть на стовпчики і сушать у тунельних або стрічкових сушарках при температурі 75 °С, поступово знижуючи її до 45 — 50 °С. Висушені буряки сортують і просіюють**. Хімічний склад сушеної продукції: сухих речовин — 86 %, в тому числі вуглеводів — 64,8; білків — 6,8; клітковини — 5,4; золи — 6 %; вітаміну С — 12-18 мг%.

Виноград спочатку сульфітують, а потім сушать у тунельних сушарках теплоносієм з температурою 78 °С, знижуючи її до 54 °С. На кожному піддоні 25 кг грон. Кінцева вологість ягід винограду 16 — 18 %. Тривалість сушіння 18 год. Потім на машині відокремлюють гребені, інспектують та фасують готову продукцію.

Баклажани ріжуть кільцями, посипають сіллю і залишають на 15 хв для видалення гіркоти, потім миють у проточній воді, бланшують у киплячій воді 6 — 7 хв, охолоджують, дають воді стекти і сушать при температурі до 60°С.

3. Заморожування плодоягідної продукції.

Для зберігання продукції рослинництва використовують переважно низькі плюсові температури. Визначено оптимальні значення температур, за яких максимально гальмуються процеси життєдіяльності в об'єктах зберігання, однак вони залишаються живими. Одночасно низька температура гальмує або згубно діє на життєдіяльність будь-яких мікроорганізмів. Розроблено режими зберігання майже всіх видів продукції рослинництва з використанням штучного холоду, але через

недостатню матеріально-технічну базу вони мало поширені в сільському господарстві.

Різновидом використання холодильної техніки є заморожування продукції в морозильних камерах. Швидке заморожування при мінус 18 — 20 °С сприяє повному консервуванню продукції, а подальше витримування при температурі не нижче мінус 15 °С забезпечує зберігання її протягом багатьох місяців. Однак при розморожуванні продукти текли внаслідок розривання клітин великими кристалами льоду. **Для зменшення розмірів кристалів почали застосовувати температуру нижче мінус 33°С, у результаті чого при розморожуванні клітини тканин рослинних об'єктів залишались цілими і продукція мала належний товарний вигляд.**

Мікрофлора з моменту замерзання води стає недіяльною, а тривале витримування при низьких температурах згубно діє майже на всі види мікрофлори, і продукція зберігається більше року. Заморожені плоди стають твердими, у них зберігаються природне забарвлення, щільність та ін.

Способи заморожування продукції ґрунтуються на передачі теплоти продуктом завдяки явищам теплопровідності, конвекції, радіації та теплообміну при фазових перетвореннях.

Охолоджуючим середовищем є зазвичай повітря з різною швидкістю руху і температурою мінус 30 - 40 °С. Продукти заморожують у морозильниках камерного типу, де повітря рухається із швидкістю 1-2 м/с. Для прискорення заморожування джерело холоду розміщують у таких камерах поряд з об'єктом, що заморожується. Найкраще заморожувати фасовані продукти. Заморожування відбувається швидше при інтенсивному тепло- і вологообміні та невеликих розмірах упаковки. Оптимальний результат дає заморожування розсипної продукції, яка перебуває в несправжньо зрідженому стані (спосіб флюїдизації).

У деяких морозильних апаратах заморожувану продукцію розміщують на металевій пластині, яка інтенсивно охолоджується, — так зване заморожування з одного боку. Більш швидким є заморожування з двох боків, при цьому швидкість заморожування лімітується переважно товщиною шару заморожуваного продукту. Заморожування за допомогою рідкого холодоносія, який подається форсункою, здійснюють у вертикальному чи горизонтальному положенні.

Для рівномірного заморожування продукції в банках потрібно, щоб вони стояли в горизонтальному положенні і повільно обертались.

Надшвидкіснішим вважається заморожування у киплячих холодоносіях — рідкому азоті, фреоні та ін. При цьому в теплообміні бере участь вся поверхня продукту, а дуже низькі температури забезпечують заморожування за кілька хвилин.

Плоди для заморожування беруть високоякісні й відповідно підготовлені. Щоб поліпшити якість плодоягідних продуктів, їх часто зміщують з цукром.

Заморожування застосовують також для концентрування соків. При цьому використовують спеціальні апарати, в яких після замерзання води в соці кристали її видаляють центрифугуванням або пресуванням. Ця операція повторюється 4-5 разів. Одержаний таким способом сік завжди має кращі аромат і смак, містить більше біологічно активних речовин.

Розморожування швидкозаморожених продуктів у дрібній упаковці поєднують з кулінарною їх обробкою. Розморожують кількома способами: теплим повітрям, пароповітряною сумішшю, гарячою рідиною, електричним полем, інфрачервоним випромінюванням.

Розморожування теплим повітрям здійснюють у спеціальних камерах або апаратах, для чого їх обладнують кондиціонерами або калориферами. Продукти в упаковці вкладають рядами у шаховому порядку, перекладаючи ряди рейками, а якщо продукція без упаковки, підвішують або розміщують на стелажах. Теплий потік повітря подається зверху вниз. **Важко розморожуються великі м'ясні туші, найшвидше - продукція після занурення в гарячу рідину або після зрошення теплою водою.**

Плодоягідну продукцію найчастіше розморожують за допомогою струму високої частоти.

Д/З

Обладнання для сушіння і заморожування плодоовочевої продукції

Коренеплоди миють у кулачкових або барабанних машинах. Калібрують їх у калібрувальних машинах барабанного типу, очищують у паротермічному агрегаті.

Цибулю очищують від лусок на цибулеочисних машинах системи Н.С. Фещенко, пневмоцибулечистках, подрібнюють на дискових шинкувальних машинах.

Яблука миють у барабанних або вентиляторних миєчних машинах, очищують від шкіри і видаляють насіннєву камеру на машинах „Нагема”.

Сливи миють на елеваторних і вентиляторних мийних машинах. Для сушіння в нерухомому шарі використовують парові конвеєри, установки безперервної дії. Це камери, всередині яких встановлюється багатоярусний сітчастий конвеєр. Сировина при цьому послідовно передається з одного яруса на інший, пересуваючись за допомогою ворушилок, на нижній стрічці продукція охолоджується і виводиться з сушарки.

Підігрів повітря здійснюється за допомогою парових калориферів, а видалення вологого повітря забезпечується витяжними вентиляторами.

З парових сушарок конвеєрного типу найбільш продуктивні − СПК-ЧГ-90, КСН-80, менш потужні − СПК-ЧГ-45, СПК-ЧГ-30 та ін. Для сушіння плодів, які легко виділяють сік, добре зарекомендували себе тунельні сушарки. У сучасних конструкціях тунельних сушарок агентом сушарки є гаряче повітря і суміш повітря з продуктами повного згорання дизельного палива.

При контактному способі сушіння використовують однодвовальцеві сушарки при атмосферному тиску і вакуумі. При сублімаційному сушінні застосовують субліматори з застосуванням вакуум-насосів. Для контактного заморожування застосовують морозильні камерного типу, де швидкість руху повітря 1–2 м/с.