

**KAPITEL 2 / CHAPTER 2 ²****AVOIDING THE DECREASE OF BIOLOGICAL VALUE IN FRUIT AND VEGETABLE CULTURES DURING PROCESSION AND STORAGE****DOI: 10.30890/2709-2313.2025-41-07-025****Вступ**

У забезпеченні населення країни продукцією для здорового харчування плоди, ягоди та овочі посідають особливе місце. Однак це продукція сезонного характеру і низької стійкості при зберіганні, тому необхідно розробляти та вдосконалювати технології її консервування, передусім з використанням штучного холоду в усіх його модифікаціях та варіантах застосування. Багаторічний світовий науковий і практичний досвід показав, що низькотемпературне консервування є унікальним способом зберегти при переробленні харчову та біологічну цінність рослинної сировини і продукції на її основі.

За сучасними уявленнями науки про здорове харчування, рослинна сировина набуває все більшого значення у профілактиці та лікуванні ряду захворювань. Значну харчову і дієтичну дію мають овочі, плоди та ягоди, виготовлені на їхній основі продукти, особливо з додаванням нетрадиційних джерел БАР – лікарських рослин (Капрельянц, Петросьянц, 2011). Останнім часом медики-дієтологи стали активно розглядати проблему профілактики ракових захворювань аліментарним шляхом, зв'язаним з рослинними інгредієнтами, особливо з високим вмістом вітамінів і мінеральних речовин (Корзун, Парац, 2007), при складанні раціонів для різних груп населення (Маслійчук, Сімахіна, Науменко, 2023; Сімахіна, Науменко, Михайлова, Маслійчук, 2024; Сімахіна, 2025).

Плоди і овочі – це живі рослини, тому у процесі зберігання вони зазнають істотних біохімічних змін, зокрема у них зменшується вміст вологи, знижується

²*Authors: Simakhina Galyna Oleksandrivna**Number of characters: 30195**Author's sheets: 0,75*



концентрація вітамінів, особливо таких термолабільних, як аскорбінова кислота; відбувається деструкція білків та утворення нерозчинних комплексів продуктів деструкції з високополімерами. Це призводить до зниження біологічної цінності і сировини, і готових продуктів на її основі, оскільки біологічна цінність харчових продуктів визначається концентрацією і співвідношенням основних біокомпонентів. Зниження біологічної цінності сировини спостерігається також у процесі її перероблення, особливо якщо в технології задіяно високі температури. Тому за статичними даними, до столу українських споживачів надходить усього 30-40 % повноцінної плодоовочевої продукції. Це зумовлює необхідність ретельного аналізу можливих утрат біокомпонентів при зберіганні плодів і овочів, їх переробленні з метою розроблення оптимальних способів і зберігання, і перероблення сировини. Цим питанням присвячено даний розділ монографії.

2.1. Есенціальні біокомпоненти плодів та овочів і їхній оздоровчий вплив на організм людини

Відомо, що рослини справляють потужну антиоксидантну дію на організм людини. Їхній вплив виявляється підвищенням його стійкості до різноманітних шкідливих чинників (фізичних, хімічних, психоемоційних тощо). Антиоксиданти забезпечують необхідну активність антиокислювальної системи як важливої складової універсальної регулюючої системи організму. Вона контролює рівень вільнорадикальних реакцій окислення й перешкоджає накопиченню окисних токсичних продуктів (Simakhina, Naumenko, Kaminska, 2024).

Крім того, антиоксиданти впливають на синтез і перетворення багатьох БАР (амінів, вітамінів тощо) та беруть участь у формуванні ряду структурних елементів клітини. Найбільшу антиоксидантну активність мають такі БАР рослинної сировини, як токоферолі, β -каротин, аскорбінова кислота й фенольні сполуки з Р-вітамінною активністю. З цієї точки зору нагальною, наприклад,



постала проблема забезпечення раціональним харчуванням військовослужбовців Збройних Сил України і плодово-ягідна складова є значною частиною такого раціону (Українець, Сімахіна, Науменко, 2017).

Таким чином, сукупність усіх зазначених властивостей рослинної сировини і продуктів на її основі визначається наявністю в них створених природою БАР, і саме завдяки їм забезпечуються харчові та біологічні потреби організму, захисні та реабілітаційні функції, нормальний перебіг усіх фізіологічних процесів.

Якість плодово-ягідної сировини, її смакові властивості, харчову та біологічну цінність слід розглядати як динамічну сукупність корисних властивостей, запрограмовану самою природою. Причому смакові властивості цієї сировини визначають в основному склад та кількісні співвідношення цукрів і органічних кислот, а дієтичну та лікувальну цінність – вміст есенціальних біологічно активних речовин, передусім аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук тощо.

2.2. Втрати біологічно активних речовин плодів та овочів при зберіганні та способи їм запобігати

У зв'язку з біологічними особливостями плодово-ягідних культур, успішне їх зберігання в післязбиральний період досягається шляхом контролю умов зберігання (температура, вологість). Оптимальні для кожного виду сировини умови забезпечують не тільки стабільність її товарних якостей, а й основних біохімічних показників: кислотності, сухих речовин, вмісту вітаміну С та фенольних сполук тощо. Для зберігання непридатні як передчасно, так і пізно зібрані плоди. Для зберігання і транспортування на значні відстані їх зривають з плодоніжками, без завдання механічних травм, вкладають у пласкі кошики і транспортують до місця сортування і пакування. Товарне оброблення складається з: сортування, калібрування, упакування в тару, маркування.

Для об'єктивності оцінювання плодів та овочів, придатних до



перероблення різними способами, у тому числі низькотемпературними, ми розробили шкалу співвідношення основних органолептичних показників сировини з кількістю балів за 5-бальною системою (Сімахіна, 2018).

Таблиця 1 - Бальна оцінка органолептичних показників свіжих плодів і ягід

Показник	Співвідношення характеристики і кількості балів				
	чисті, свіжі, без дефектів та мікробіологічних ушкоджень, однорідні	чисті, свіжі, без дефектів та ушкоджень, до 5% недозрілих	чисті, свіжі, без дефектів та ушкоджень, до 7% недозрілих або перезрілих	дещо прив'язі, неоднорідні за формою, понад 10% некондиційних	прив'язі, неоднорідні, з дефектами та мікробіологічними ушкодженнями
зовнішній вигляд					
смак	відсутність стороннього присмаку; ознаки, характерні для даного виду	ледь помітний сторонній присмак	стійкий помітний сторонній присмак	стійкий виражений сторонній присмак, невластивий для даного виду	неприємний сторонній присмак продукту, що псується
колір	характерний для даного виду зрілого матеріалу, інтенсивний, насичений	відповідає даному виду, дещо менш інтенсивний	Інтенсивність кольору знижена за рахунок розпаду антоціанів	переходить від натурального до бурого-коричневого	тьмянний, темно-коричневий, неприємний
стан поверхні	чиста, без дефектів та ушкоджень шкідниками, без тріщин та плям, глянцева або матова	чиста, без дефектів та ушкоджень, без тріщин і плям, зниженої матовості або глянцевої	має незначні ушкодження, деякі ознаки псування (поява плям, тріщин), тьмяність	значні ушкодження шкідниками, плямистість, тріщини	дефекти, тріщини, ознаки негативних біохімічних процесів
аромат	відсутність стороннього запаху, аромат властивий певному виду, насичений, яскраво виражений	поява ледь помітного стороннього запаху, аромат насичений, виражений	стійкий помітний сторонній запах, невластивий даному виду, при переважанні природного аромату	виражений сторонній запах	запах гнилі

Примітка: плоди та ягоди, які отримали оцінку «1» та «2» бали, ми не рекомендуємо для заморожування.



Аналогічну таблицю розроблено і для оцінювання органолептичних показників плодів.

Застосовують кілька режимів зберігання плодів: при знижених температурах у звичайних атмосферних умовах, у холодильнику з регульованим газовим середовищем (РГС) та в холодильнику в поєднанні з модифікованим газовим середовищем (МГС) (Ощипок, Онишко, 2023; Подпрятков та ін., 2023). Найкраще серед ягід (брусниці, агрусу, чорниці, обліпихи, журавлини, смородини) зберігається журавлина, завдяки високому вмісту лимонної (2–3 %) та бензойної (0,02 %) кислот, які є консервантами. Брусницю й чорницю можна тривалий час зберігати в свіжому стані при температурі 0–1°C та відносній вологості повітря не менше 90 %. Ягоди чорної смородини не належать до сировини тривалого зберігання, але в холодильнику їх можна зберегти до 2-3 місяців у ящиках, кошиках, невеликих коробках і поліетиленових пакетах. Білу і червону смородину в лотках при температурі від 0°C до -1°C можна зберігати 10-15 діб (Орлова, Пономарьов, 2007).

Малина і суниця при оптимальних умовах (температура 0...0,5°C, відносна вологість повітря 90...95%) зберігається лише кілька днів, а в камерах холодильника з регульованим газовим середовищем (CO₂-5...8%, O₂ - 3%, N₂-89...92%) при температурі 0...1°C і відносній вологості повітря 90...95% – 15 діб. Чорниця, лохина, брусниця добре зберігаються в МГС, створюваному в поліетиленових пакетах (товщина плівки 30-60 мкм): чорниця, лохина – до 15 діб, брусниця – до 2 міс.

У процесі зберігання ягід суниці спостерігали природне зменшення маси протягом 11 діб на 4,5-11,3%; втрати цукрів за цей час склали 23,3-35,5%, а органічних кислот – 31,6-35,8%. Втрати аскорбінової кислоти протягом місяця зберігання становлять 32,1-43,4%. Втрати вітамінів пояснюються негативним впливом зовнішніх чинників (кисень, світло, підвищена температура, мікробіологічні процеси у умовах високого вмісту води в плодах і ягодах), а втрати органічних кислот, пов'язані з інтенсивним диханням біоб'єктів, витрачанням кислот на частковий гідроліз сахарози до моносахаридів, дією



кислотознижуючих бактерій і дріжджів, які розкладають яблучну кислоту на молочну та карбонову.

Навіть короткий аналіз матеріалів даного підрозділу свідчить про великі втрати цінних компонентів плодово-ягідної сировини при зберіганні. А якщо враховувати втрати сировини при збиранні, транспортуванні, переробленні, то за статистичними даними до столу українського споживача доходить лише 30-40% вирощеної продукції, в той час, як у передових країнах світу цей показник перевищує 80%. Тому для скорочення втрат сировини і її цінних біокомпонентів (передусім вітамінів) на всіх етапах «від поля до столу» необхідно розробляти і реалізувати нові, значно досконаліші технології перероблення і зберігання сільськогосподарської продукції.

Після збору врожаю плоди продовжують жити й розвиватися доти, поки не перезріють. При цьому енергію, що необхідна для підтримки життя, фрукти й овочі черпають із резервів, накопичених під час росту. Процес, що відбувається в клітинах плодів, при якому вуглеводи розпадаються на діоксид вуглецю й воду з виділенням теплоти, називається «диханням».

Біологічна роль дихання полягає в тому, щоб забезпечувати живі тканини плодів та овочів енергією, необхідною для їхньої життєдіяльності. При диханні, а також у результаті випаровування вологи, відбувається втрата маси плодів та хімічно зв'язаної енергії.

Швидкому випаровуванню вологи й зів'яненню рослинних продуктів сприяють (Подпрятков та ін., 2023):

- незначна товщина верхнього кутинізованого (утворюючого епідерміс) шару клітин;
- відсутність воскового нальоту;
- більші розміри клітин і міжклітинників;
- слабка вологоутримуюча здатність протоплазми;
- більша питома поверхня плода або овоча.

Що вища випаровуваність, то гірша схоронність продуктів і нижча їхня стійкість до захворювань. У зів'ялих плодах і овочах підсилюється розпад, тобто



гідроліз і витрата органічних речовин у плодах, зростають втрати маси, знижується стійкість до несприятливих зовнішніх факторів.

Зберігання у звичайних умовах припускає звичайне повітряне середовище з нормальним змістом в атмосфері кисню, вуглекислого й іншого газів. Сумарний зміст кисню й вуглекислого газу в повітрі в цьому випадку становить близько 21%.

У різні періоди зберігання інтенсивність випаровування вологи плодами різна. Найбільше енергійно випаровують вологу (головним чином, міжклітинну) продукти, щойно закладені на зберігання. Надалі здатність тканин випаровувати вологу знижується, а наприкінці зберігання знову підвищується. Перезрівання завжди супроводжується посиленою вологовіддачею.

Щоб скоротити до мінімуму втрату маси плодів під час зберігання, необхідно охолодити їх якомога швидше після збору врожаю й підтримувати високий, але не вище від 98 %, ступінь вологості в камері.

Охолоджувальні установки повинні мати достатню потужність для швидкого охолодження плодів. Для відводу тепла від плодів у холодильних установках використовуються різні системи охолодження: батарейні й повітряні.

Для того, щоб зберегти цінні якості плодоовочевої продукції, необхідно створити й підтримувати певні вимоги в процесі збирання, післязбиральної обробки, транспортування, зберігання.

Для збереження якості сільськогосподарської продукції необхідно:

- усувати її втрати й забезпечувати певні умови на всіх стадіях виробництва, транспортування, зберігання й реалізації;
- поліпшувати організацію перевезень і зберігання продукції;
- прискорено впроваджувати новітню холодильну техніку;
- широко використовувати прогресивні способи зберігання плодів та овочів: зберігання в модифікованому (МГС) і в регульованому (РГС) газових середовищах, що дозволяють скоротити втрати продукції при зберіганні;
- перед закладкою на зберігання здійснювати обробку продуктів біопрепаратами й іншими екологічно чистими речовинами (хлористий кальцій,



сорбінова кислота, полівініловий спирт).

Витримування плодів у газовому середовищі з невеликою кількістю етилену стимулює процес дозрівання. Водночас різні види продуктів реагують на етилен по-різному. При досяганні плодів відбуваються й синтетичні процеси, до яких відноситься утворення ароматичних речовин і барвників. Так, у яблуках одночасно з руйнуванням хлорофілу збільшується вміст каротиноїдів. Істотно змінюється в процесі досягання плодів вміст і склад летких речовин, які зумовлюють їхній аромат і смак. Кількість ароматичних речовин у плодах зазвичай досягає максимуму одночасно з їх повною фізіологічною зрілістю.

Результати багаторічних випробувань по зберіганню з використанням захисних й інших засобів, застосовуваних у сполученні з низькими температурами, підтверджують необхідність ретельної розробки й подальшого пошуку ефективніших препаратів із широким діапазоном впливу на збереження основних нутрієнтів плодів та овочів.

2.3. Втрати біологічно активних речовин при переробленні плодоовочевої сировини та способи їм запобігати

Відомо, що плодова та овочева сировина є найбагатшим природним джерелом вітамінів, мінеральних елементів, амінокислот, мінорних сполук тощо, які загалом становлять біологічну цінність сировини і є незамінним складником раціону харчування сучасної людини. Однак це продукція сезонного характеру і низької стійкості при зберіганні, тому необхідно розробляти та вдосконалювати технології її консервування, передусім із використанням штучного холоду в усіх його модифікаціях та варіантах застосування. Багаторічний світовий науковий і практичний досвід показав, що низькотемпературне консервування є унікальним способом зберегти при переробленні харчову та біологічну цінність рослинної сировини і продукції на її основі.

Пошукові інноваційних рішень шляхів оптимізації низькотемпературних технологічних процесів заморожування і зберігання плодово-ягідної сировини



присвячено роботи багатьох вітчизняних та зарубіжних дослідників: М.Ф. Кравченка, В.В. Погарської, С.О. Белінської, Н.М. Осокіної, Р.Ю. Павлюк, Н.Я. Орлової, А.В. Пак, Г.О. Сімахіної, Е. Алмаші, З. Груби. Проте багато питань ще потребують вирішення.

Використання високих температур у переробленні плодово-ягідної сировини призводить до руйнування лабільних біокомплексів, передусім аскорбінової кислоти, переходу мінеральних елементів із легкозасвоюваної органічної форми в неорганічну, деструкції білкових сполук і утворення нерозчинних важкозасвоюваних комплексів. За результатами експериментальних досліджень, автори цього розділу монографії установили, що при високих температурах перероблення сировини, зокрема її висушуванні, втрачається до 90% аскорбінової кислоти, 50-60% вітамінів групи В, 30-40% жиророзчинних вітамінів (Сімахіна, Стеценко, Науменко, 2016).

Тому одним із найбільш перспективних сучасних способів перероблення сировини є її низькотемпературне консервування та сублімаційне сушіння. Ці процеси, проведені за оптимальних значень параметрів, забезпечують практично повне збереження біокомпонентів як у процесі заморожування сировини, так і при її тривалому (до 12 місяців) зберіганні (Сімахіна, Кочубей-Литвиненко, Науменко, Камінська, 2022).

Мета заморожування, як і будь-якого іншого способу консервування, полягає в тому, щоб звести до мінімуму або сповільнити реакції, що погіршують якість продуктів і, врешті, роблять їх непридатними до вживання. При температурах нижче нуля вільна вода, як показано вище, перетворюється на лід, втрачає властивість розчину, внаслідок чого життєдіяльність мікроорганізмів пригнічується і активність ферментів втрачає практичне значення. Цей етап анабіозу називають кріоанабіозом або глибоким анабіозом.

Встановлено, що низькі температури не призводять до незворотної інактивації ферментів, а дають можливість на певний час і за певних умов різко обмежити їхню активність, що, своєю чергою, гарантує зберігання заморожених чи охолоджених продуктів протягом тривалого терміну без зниження їх якості,



який для кожного конкретного виду сировини потрібно встановлювати індивідуально. Відомо, що ферменти зумовлюють всі біологічні процеси, які відбуваються в живій чи зруйнованій клітині (Bolon, 2001). Тому зміна їх активності має істотне значення для пояснення цих процесів та контролю над ними. У плодово-ягідній сировині окислювально-відновні реакції каталізують оксидоредуктази: аскорбатоксидаза, пероксидаза, каталаза, поліфенолоксидаза. Наприклад, швидке потемніння овочів та фруктів після їх подрібнення та витримці на повітрі зумовлено присутністю ферменту поліфенолоксидази, хоча участь у цьому процесі можуть брати також пероксидази та інші оксидоредуктази (Osuga, Van Der Schaaf, Whitaker, 2004).

Оскільки ми обираємо рослинну сировину, перш за все, в якості природного джерела вітамінів, нас цікавлять сполуки, здатні пригнічувати чи зовсім нейтралізувати активність певних вітамінів. З цієї точки зору зазначені оксидоредуктази доцільно розглядати в ролі як антивітамінів. Таким сполукам присвячено значну кількість наукових праць, опублікованих у 50-80-ті роки минулого століття. Їхні автори давали різне визначення терміна «антивітаміни», включали до цієї групи різні природні сполуки та їх синтетичні структурні аналоги, виявляли дійсні антивітаміни у харчових продуктах (наприклад, фітин).

Однак цей широкий спектр робіт не можна вважати завершеним і на сьогодні. Сучасному розумінню терміну «антивітаміни» найбільш відповідає визначення, запропоноване Р. Сомоді: «Антивітаміни – це сполуки, здатні зменшувати або повністю ліквідувати специфічний ефект вітамінів, незалежно від механізму їхньої дії» (Somogyi, 1992).

Антивітаміни у складі харчових продуктів негативно впливають на есенціальні мікронутрієнти, модифікуючи їх і зменшуючи біологічну активність шляхом інактивування або зв'язування у малорозчинні комплекси. Серед антивітамінів особливий інтерес представляє фермент аскорбатоксидаза. Під її впливом при підвищених температурах в процесах технологічного перероблення сировини на готові продукти втрачається майже або повністю увесь запас аскорбінової кислоти, синтезований у сировині природою. Це і є однією з



основних причин цілорічного дефіциту цього вітаміну у раціонах харчування населення України, оскільки на вітчизняних харчових підприємствах переважають високотемпературні способи перероблення плодів і ягід. Таку ж роль виконує фермент поліфенолоксидаза, яка містить в якості коферменту іони міді, що викликають окислення фенольних сполук з однією чи кількома фенольними групами молекулярним киснем.

Аскорбатоксидаза теж містить у складі молекули іони міді. Цей фермент шляхом ініціювання перетворень у ряду аскорбінова кислота – дегідроаскорбінова кислота – дикетогулонова кислота призводить до утворення з аскорбінової кислоти надзвичайно термолабільних форм. Ось чому, незважаючи на те, що в організмі людини дегідроаскорбінова кислота виявляє майже таку ж біологічну активність, як і вітамін С, її накопичення у харчовій сировині під впливом аскорбатоксидази свідчить про практично повну втрату вітамінної цінності і сировини, і продуктів, якщо технологічний процес перероблення передбачає використання високих температур.

Варто звернути увагу і на ферменти пероксидазу та каталазу. Окислення БАР рослинних матеріалів відбувається під дією атомарного кисню, який відщеплюється безпосередньо від пероксиду водню або проміжних перекисних сполук. При розробленні вдосконаленої технології заморожування плодів і ягід, варто скористатись особливостями взаємодії цих ферментів, встановлених у роботі Л. Капрельянца (Капрельянц, 2009) – у незруйнованих клітинах рослинної сировини каталаза інгібує дію пероксидаз, а в зруйнованих клітинах вона сама легко інактивується і пероксидази діють особливо інтенсивно, призводячи до зниження біологічної цінності сировини і отриманих із неї готових продуктів. Тому варто орієнтуватись на якісний підбір плодів і ягід, без ушкоджень покривних тканин і за можливості уникати їх подрібнення перед дією низьких температур, що дозволить використати повною мірою інгібуючий ефект каталази.

Разом з тим, зазначені негативні впливи досить виражені саме для овочевих культур і значно менше для плодів та ягід. За наявними даними вміст, наприклад,



аскорбатоксидази в огірках, кабачках досягає 80 мг%, а в більшості плодів і ягід вона міститься або в незначних кількостях, або повністю відсутня на етапі повного дозрівання, особливо в засушливих умовах.

Це підтверджується отриманими нами експериментальними даними, наведеними у таблиці 2.

**Таблиця 2 – Вміст аскорбінової кислоти та аскорбатоксидази у
плодоовочевій сировині**

Найменування сировини	Аскорбінова кислота, мг / 100 г до маси сирого матеріалу	Активність аскорбатоксидази, мг окисленої аскорбінової кислоти за 1 хв. на 1 г сирого матеріалу
Фрукти, ягоди		
Апельсин	34-61	0
Вишня	18-36	0
Виноград	2,7-5,2	2,4
Груша	7-18	1,7
Лимон	48-72	0
Чорна смородина	195-410	0
Персик	9-21	0,9
Овочі, коренеплоди		
Помідори	21-44	0,08
Морква	4,2-9,8	2,13
Картопля	17-39	1,18
Капуста	36-62	1,4
Шпинат	32-68	14,7

З даних таблиці 2 видно, що аскорбатоксидаза міститься в усіх досліджених овочах та деяких видах фруктів. Загалом порівняльний аналіз отриманих даних свідчить про відсутність певної закономірності між вмістом аскорбінової кислоти та активністю аскорбатоксидази у плодоовочевій сировині.



Ефективність заморожування підтверджено численними експертними дослідженнями, хіміко-технологічною оцінкою заморожених і дефростованих напівфабрикатів, їх належними споживчими характеристиками і постійним зростанням попиту у споживачів (Cryogenic, 2024). Особливу увагу слід приділити інтенсифікації процесів холодильного оброблення сировини, нестійкої при зберіганні, з високим вмістом води, можливістю розвитку мікробіологічного забруднення, що загалом призводить до зниження харчової і біологічної цінності матеріалів та отриманих з них продуктів. Сказане стосується передусім плодів і ягід (вміст води в яких досягає 90%), найбільш перспективним способом перероблення яких є швидке заморожування.

За результатами проведених нами експериментальних досліджень, заморожування сировини викликає лише незначне зниження біологічної цінності як її самої, так і отриманих із неї продуктів. Наприклад, у свіжих ягодах полуниці міститься:

органічних кислот, у тому числі в перерахунку на лимонну – 1,0%;
пектинових речовин – 1,3%;
мінеральних елементів – 1,8%;
вітаміну С – 92%;
фолієвої кислоти – 85 мкг;
речовин Р-вітамінної активності – 45,5%.

Аналогічні дані для заморожених ягід полуниці мають такий вигляд:

органічних кислот, у тому числі в перерахунку на лимонну – 1,1%;
пектинових речовин – 1,3%;
мінеральних елементів – 1,8%;
вітаміну С – 85,8%;
фолієвої кислоти – 84,6 мкг;
речовин Р-вітамінної активності – 45,0%.



Висновки і рекомендації

Біокомпоненти плодоовочевої сировини, перетворюючись у процесах метаболізму на структурні та функціональні елементи клітин живого організму, забезпечують його фізичну та розумову працездатність, адаптаційні можливості, імунний статус, визначаючи стан здоров'я людини, тривалість її життя, соціальну та індивідуальну активність. За даними ВООЗ, щоденна частка цієї продукції в раціонах харчування має складати не менше 800 г.

Під час зберігання плоди та овочі продовжують дихати, а виробництво вуглеводів зупиняється. Щоб загальмувати процес розпаду вуглеводів (цукру), плоди необхідно охолодити та утримувати в оптимальних для кожного сорту умовах. До таких умов належать, зокрема, температурно-вологісний режим та концентрації кисню й діоксиду вуглецю в атмосфері камери.

Поряд з випаровуванням вологи, процес дихання неминує супроводжується втратою маси плодів й овочів. Такі втрати називаються природними. Їх можна знизити шляхом регулювання інтенсивності дихання й випаровування вологи, що має важливе практичне значення.

Щоб скоротити до мінімуму втрату маси плодів під час зберігання, необхідно охолодити їх якомога швидше після збору врожаю й підтримувати високий, але не вище від 98 %, ступінь вологості в холодильній камері. Для того, щоб зберегти цінні якості плодоовочевої продукції, необхідно створити й підтримувати певні вимоги в процесі збирання, післязбиральної обробки, транспортування, зберігання.

Зважаючи на сезонність виробництва плодів і овочів, їхню нестійкість при зберіганні внаслідок високого вмісту води, необхідно розробляти нові та вдосконалювати наявні технології перероблення, прагнучи до мінімальних втрат біокомпонентів у готовій продукції і, відповідно, їхньої біологічної цінності.

Традиційні високотемпературні процеси консервування плодоовочевої сировини призводять до руйнування більшості біологічно активних речовин, втрат мікро- та макроелементами легкозасвоюваної органічної форми, утворення



неперетравлюваних протеолітичними ферментами комплексів тощо.

Сучасні методи вдосконалення технологій консервування рослинної сировини зі збереженням їхньої біологічної цінності ґрунтуються на розробленні та впровадженні швидкого заморожування, яке визначається просуванням фронту заморожування від поверхні продукту до його центру – і становить від 1 до 10 м/с при температурі повітря $-30^{\circ}\text{C} \dots -37^{\circ}\text{C}$, а при шоківому заморожуванні $-35^{\circ}\text{C} \dots -45^{\circ}\text{C}$.

Для виробників плодоовочевої замороженої продукції відкриваються широкі перспективи наповнення вітчизняного ринку та створення експортоорієнтованих продуктів підвищеної біологічної цінності. Позитивна динаміка розвитку такого ринку забезпечується об'єктивними чинниками, основними з яких є висока якість отримуваної продукції, її відповідність світовому трендові натуралізації харчових продуктів і забезпечення населення України здоровим харчуванням.