

ЧАСТИНА 2

ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗБЕРІГАННЯ СВІЖОЗАМОРОЖЕНОЇ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Розділ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДООВОЧЕВОЇ СИРОВИНИ УКРАЇНИ, ПОТЕНЦІЙНО ПРИДАТНОЇ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ТА СУБЛІМАЦІЇ

Рослинна сировина, а також продукти її перероблення, відіграють важливу роль у харчуванні людини, оскільки вони є не тільки джерелом цінних поживних речовин, а й біологічно активних: вітамінів, мінеральних речовин тощо. Попри те, що окремі види рослин значною мірою відрізняються між собою кількісним та якісним хімічним складом, всі вони характеризуються великою кількістю води й незначним вмістом сухих речовин, що й визначає їхню поведінку при зберіганні та переробленні [1-4].

1.1. Анатомія рослинних клітин

Рослини – живі біологічні об'єкти, які складаються із різноманітних тканин клітинної структури. За своєю формою клітини бувають овальні, круглі та багатогранні, їх розмір визначається десятками мікрон [1-3]. Клітини можуть щільно прилягати одна до одної і навіть бути склеєними міжклітинною речовиною, а можуть розміщуватися не дуже щільно, утворюючи міжклітинні порожнини, заповнені повітрям. Міжклітинна речовина цементує рослинну тканину і утворена в основному протопектином та геміцелюлозою. При її руйнуванні відбувається процес мацерації – роз'єднання клітин і розм'якшення тканин плодів та овочів.

Оболонка відіграє роль каркасу клітини, що надає їй міцності, певної форми, а також зберігає всі внутрішні структури від механічних ушкоджень. Клітинна оболонка не є суцільною: вона містить у собі найдрібніші отвори й канали, через які молекули води і розчинених у ній речовин можуть вільно проникати всередину й назовні.

Зсередини клітинна оболонка щільно устелена тонкою слизоподібною тканиною цитоплазматичної мембрани. Під цитоплазматичною оболонкою знаходиться вакуоля, заповнена клітинним соком. У цитоплазмі, що має складну, напіврідинну структуру, знаходяться всі клітинні органоїди: ядро, мітохондрії, пластиди, диктіосоми (апарат Гольджі), мікротільця, ендоплазматична сітка. Кожен із них має складну й впорядковану структуру і виконує ту чи іншу функцію.

У деяких видах рослинних тканин цитоплазма має волокна – плазмодесми, що перетинають внутрішню порожнину у різних напрямках і навіть проходять у сусідні клітини. Незважаючи на мізерну товщину цитоплазматичної мембрани, в її структурі розрізняють три шари: верхній – плазмолема, середній – мезоплазма і нижній – тонопласт [5].

Ліпоїди плазмолемати утворюють строго орієнтований ряд, вистроюючись гідрофобними кінцями назовні, а ліпоїди тонопласту – аналогічний ряд, орієнтуючись гідрофільними кінцями зовнішнього ряду до клітинного соку. Через такі щілини не можуть проникнути жодні молекули, крім води. Тому цитоплазматичну мембрану називають напівпроникною. Ця властивість не є стабільним атрибутом клітини – вона властива тільки живій, здоровій, неушкодженій цитоплазмі і може змінюватись залежно від умов навколишнього середовища (температури, освітлення тощо).

Першою ознакою старіння клітини є руйнування тонопласту. Дія будь-якого подразника (механічного, хімічного тощо) на клітину завжди супроводжується змінами стану цитоплазми: зростанням її в'язкості, злипанням колоїдних міцел в агрегати, що спричинює утворення між ними великих проходів і збільшення клітинної проникності [6].

Якщо подразнення не досягло критичного порогу, перераховані зміни є зворотними. У протилежному випадку відбувається коагуляція цитоплазми, розрив цитоплазмової оболонки, вихід соку й загибель клітини. На властивості зруйнованих клітин виділяти сік ґрунтується багато процесів у харчовій промисловості.

Одним з найбільш розповсюджених методів ушкодження клітин й підвищення їхньої проникності є механічне подрібнення. Але воно не завжди виявляється достатньо ефективним, тому що через малі розміри клітин неможливо добитися ушкодження кожної з них, і, крім того, цитоплазма різних клітин має неоднакову стійкість до механічних впливів.

На здатність плодових клітин протистояти механічному подрібненню впливають не лише фізіологічні показники (в'язкість та еластичність цитоплазми), а й властивості клітинної структури (частка цитоплазми в клітинах, структура клітинних стінок, кількість так званих провідних пучків). Чим вищі значення анатомічних показників клітини, тим стійкіша вона до механічного впливу. У таких випадках використовуються методи оброблення, які забезпечують ушкодження більшості клітин – теплове оброблення, заморожування тощо. Отже, біологічні характеристики сировини необхідно враховувати при розробленні нових ефективних технологій.

Однотипні рослинні клітини, об'єднані за анатомо-фізіологічними ознаками, утворюють тканини. Розрізняють покривні, механічні, провідні, меристематичні та запасні тканини.

Покривна тканина, розміщена зовні, захищає всі внутрішні тканини від несприятливих зовнішніх впливів і дії мікроорганізмів. Вона утворена зі сплюснених (епідермальних) клітин і має неоднакову товщину й структуру. Часто епідерміс буває покритий волосками, шипиками та іншими виростами, які виконують не тільки захисну, а й фототермічну функцію.

Механічні тканини створюють оперття для різноманітних анатомічних частин рослин і можуть розміщуватись окремими ділянками, або суцільним шаром. Вони мають видовжені із

загостреними кінцями клітини, з яких формуються кісточки, або тверді клітини у незрілих плодах [7].

Провідні тканини відрізняються видовженими вздовж осі рослини трубчастими клітинами. Як правило, вони об'єднуються у пучки разом з механічними волокнами й активно функціонують у період росту та розвитку рослин.

Меристематичні тканини утворюють нові клітини, збільшуючи їх кількість. Частина клітин завжди перебуває в меристематичному стані (у зародку, верхівках пагонів, бруньках, кінцях коренів), а решта диференціюється у різні тканини. Вони можуть розростатися за рахунок збільшення маси паренхімних клітин запасної тканини, які зосереджують у собі всі поживні речовини – вуглеводи, білки, жири, органічні кислоти, вітаміни тощо. Оболонки таких клітин тонкі, здебільшого целюлозні [8].

Таким чином, кожна з перерахованих тканин відіграє певну роль для нормального росту і розвитку рослини. У сукупності вони зумовлюють як фізичні якості плодів та овочів – форму, розмір, густину, так і структурно-механічні якості – твердість, пружність, міцність та еластичність. Перелічені параметри завжди є вирішальними при виборі технології та оптимальних режимів оброблення сировини [5].

1.2. Біокомпоненти плодовоовочевої сировини та їхній вплив на організм людини

Рослинна сировина, а також продукти її перероблення, містять різноманітні легкозасвоювані цукри, органічні кислоти, мінеральні солі, вітаміни та інші біологічно активні речовини [1-6]. Більшість із них знаходиться у розчиненому вигляді, крім клітковини, крохмалю, ліпідів, протопектину, геміцелюлози, жиророзчинних вітамінів та деяких мінеральних речовин. Хімічний склад плодів та овочів змінюється у процесі їх росту та дозрівання і залежить також від виду, сорту, строків збору, оброблення, умов зберігання та інших чинників.

Вода. Вода відіграє величезну роль у життєдіяльності всієї рослини, оскільки вона є і середовищем, і головним реагентом у процесах обміну речовин. На її частку припадає від 75 до 95% маси свіжих плодів та овочів, причому в овочах її міститься від 85 до 95%, а в фруктах – від 75 до 88% [6, 7].

Розподіл води по тканинах нерівномірний – у покривних (шкірці) її менше, ніж у паренхімних (м'якоті). Розрізняють воду вільну й зв'язану. Рослини містять переважно вільну воду у вигляді клітинного соку з розчиненими у ній біокомпонентами. Ця вода легко видаляється при їх зневодненні. Зв'язана вода, на частку якої припадає близько 10...15% загальної кількості, міцно утримується клітинними колоїдами і видаляється значно важче. Не завжди вдається провести різку межу між вільною і зв'язаною водою, але багато властивостей рослинної сировини зумовлені саме наявністю в них води у вільній формі [6, 7, 99].

Сухі речовини. Під вмістом сухих речовин (СР) розуміють кількість усіх речовин, крім води. Від значення цього показника залежать питомі витрати сировини, пари, електроенергії, холоду, а також якість готової продукції. Кількість СР у фруктах і ягодах коливається від 10 до 25%, а в овочах від 4 до 10% і залежить від виду й сорту сировини, кліматичних умов тощо [8, 9].

Вуглеводи складають до 90% СР рослини і відіграють головну роль у харчуванні людини. Потреба у них становить 400...500 г на добу, а при важких фізичних навантаженнях вона може збільшуватись у 2...3 рази [8]. Сюди відносяться цукри, крохмаль, целюлоза та пектинові речовини [9].

Цукри представлені моносахаридами – глюкозою та фруктозою та дисахаридом – цукрозою. У невеликих кількостях плоди та овочі містять також інші моносахариди (арабінозу, ксилозу, манозу, галактозу, рибозу, рамнозу, сорбозу) та дисахариди (мальтозу та генцибіозу), а також шестиатомні спирти (маніт і сорбіт), близькі за своєю будовою до цукрів. В організмі людини моносахариди всмоктуються безпосередньо у кров і тому добре засвоюються. Цукроза під дією ферменту інвертази легко

гідролізується до глюкози і фруктози. Вміст цукрів у плодах у середньому складає 8...12%, а в овочах 2...6%.

Крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n. Відкладається як запасна речовина у бульбах, коренях, плодах та інших частинах рослин у вигляді крохмальних зерен різної форми і величини. Здебільшого його вміст складає близько 1%. В організмі людини під дією ферментів крохмаль зазнає ряд перетворень, поки зрештою у вигляді глюкози всмоктується у кров.

Інулін ($C_6H_{10}O_5$)_n. Міститься у бульбах та коренях деяких рослин. Розчинний у воді. При кислотному гідролізі розкладається до фруктози.

Глікоген ($C_6H_{10}O_5$)_n. Має подібну будову до амілопектину, його молекула складається з 30000 залишків глюкози. Міститься у грибах, дріжджах, зерні кукурудзи.

Целюлоза ($C_6H_{10}O_5$)_n. Є головною структурною частиною клітинних стінок рослин. Більшість плодів та овочів містять її близько 1...2%. Клітковина не засвоюється організмом, але деякі бактерії шлунково-кишкового тракту (ШКТ) людини виділяють фермент целюлазу, яка здатна розщепити ніжну клітковину картоплі, капусти, шавлію та деяких інших продуктів до засвоюваних сполук. Підвищений вміст целюлози робить їжу грубою, менш доступною для дії ферментів і тому гірше засвоюваною, але у невеликих кількостях вона корисна, оскільки посилює перистальтику кишок та виводить холестерин, важкі метали й радіонукліди, очищуючи організм [4, 5, 7].

Геміцелюлози (напівклітковина). Об'єднує велику групу високомолекулярних полісахаридів, що містяться у насінні та шкірці плодів і овочів у кількості 0,5...1,0%. Легко гідролізуються кислотами з утворенням манози, галактози, арабінози чи ксилози.

Пектинові речовини. Входять до складу клітинних оболонок і серединних пластинок між ними у вигляді протопектину, пектину, пектинової й пектової кислот. Їх вміст для більшості плодів і ягід складає 0,3...0,5%, а для овочів 0,3...0,6%. Наявність у плодоовочевій сировині відіграє позитивну роль у лікуванні захворювань ШКТ, а також впливає на консистенцію сировини, її

розварюваність, драгливання з цукром, освітлення плодкових соків, кількість відходів при протиранні тощо.

Пектин містить у своїй основі метильовану полігалактуронову кислоту. Протопектин має складну будову, в основі якої лежить гігантська молекула пектину. У недозрілих плодах міститься переважно нерозчинний у воді протопектин, який цементує рослинну тканину й зумовлює її твердість. У процесі дозрівання плодів під дією ферментів відбувається перетворення частини протопектину на пектин. При цьому тканини плодів та овочів стають м'якими та ніжними. Цей процес відбувається й при нагріванні, йому сприяє також кисле середовище плодів [7, 9].

Жири. Вміст жирів у тканинах плодів та овочів дуже незначний, але вони мають велике значення, оскільки входять до складу протоплазми рослинних клітин і регулюють обмін речовин. Вони є запасними поживними речовинами і відкладаються у насінні [3, 4, 5].

Ліпоїди. Близькі до жирів сполуки, що найчастіше трапляються у вигляді фосфогліцеридів, фітостеринів та восків.

Азотисті речовини. Азотисті речовини становлять значну частину сухих речовин сировини. До них відносяться білки, амінокислоти, амід амінокислот, нуклеїнові кислоти, аміачні сполуки, нітрати, нітроти та інші [5, 6, 7, 8]. Вміст їх, у перерахунку на білок, порівняно невеликий: 1,0...2,0% в овочах, 0,5...1,0% у плодах і близько 0,5% в ягодах. Самих білків серед азотистих речовин менше половини. Виходячи з цього, значення плодів та овочів як джерела білку – незначне, але у поєднанні з тваринним білком він забезпечує необхідні потреби організму.

Нітрати, тобто солі азотної кислоти, також зустрічаються рідко і в незначних кількостях, але інколи їх присутність (у гарбузі та кабачках) заважає виробництву консервів у бляшаній тарі, оскільки вони руйнують внутрішнє покриття упаковок.

Під впливом зовнішніх чинників (температури, механічної дії, дії хімічних агентів) у молекулі білку може відбуватися денатурація вторинної, третинної і четвертинної структури, зниження його біологічної активності, розчинності, здатності до

гідратації. Водночас зростає активність деяких хімічних груп, полегшується вплив протеолітичних ферментів на гідроліз білку.

Органічні кислоти. Рослини містять органічні кислоти, а також їх кислі та основні солі. Найбільш поширені – яблучна, лимонна та винна, у невеликих кількостях трапляються щавлева, бурштинова, бензойна та інші. Загальна кислотність більшості плодів не перевищує 1%, але у деяких випадках може досягати 3,5%. В організмі людини органічні кислоти розчиняють солі сечової кислоти, які потім легко виводяться. Вони необхідні для інверсії цукрози та драглеутворення [6, 8].

Свіжі плоди та овочі завжди мають кислу реакцію ($\text{pH} < 7$). Залежно від величини pH їх ділять на кислотні ($\text{pH} 2,5 \dots 4,2$) і некислотні ($\text{pH} 4,3 \dots 6,5$). Кислотне середовище сприятливе для розвитку плісняви та дріжджів, але більшість термостійких бактерій у ньому не розвивається. Від величини pH середовища залежить також і вибір температури пастеризації чи стерилізації продукту – для кислотного $80 \dots 100$ °C, для некислотного $112 \dots 130$ °C. В основному, кислотними є плоди та ягоди, більшість овочів – некислотні.

Фенольні сполуки. Вони містяться переважно у шкірці плодів та ягід у кількості $0,1 \dots 0,2\%$, ще менше їх в овочах. Мають бактерицидні властивості і надають плодам терпкого та в'язучого присмаку. При окисленні фенольні сполуки спричиняють потемніння сировини [4, 5, 6, 9].

Глікозиди. Містяться здебільшого у шкірці та насінні й надають плодам та овочам специфічного аромату та характерного гірко-присмаку. Найбільш часто зустрічаються амігдалін (у кісточках), соланін (у томатах), гесперидин і нарингінин (у цитрусових), та глюко-бурштинова кислота (у незрілих яблуках, сливах, вишнях, смородині) [3, 5, 6].

Барвники. Їх розділяють на три групи – флавоноїди, хлорофіли і каротиноїди.

Серед флавоноїдів до барвників відносять антоціани, флавони й флавоноли [3, 5, 6]. Антоціани надають плодам та овочам спектр кольорів від рожевого до фіолетового. Представники –

антоціанівенін (у винограді), кераціонін (у вишні), бетаїн (у буряку). Флавори та флавоноли надають жовтого та оранжевого забарвлення.

Зеленого забарвлення рослинам надає пігмент хлорофіл, вміст якого складає близько 1%. Розрізняють два близьких за будовою пігменти – хлорофіл- α і хлорофіл- β , з яких останній виконує допоміжну роль. Як правило, їх завжди супроводжують каротиноїди – пігменти, що надають плодам відтінки кольору від жовтого до червоного. Найбільш поширені серед них – каротин, лікопін і ксантофіл.

Ефірні олії. Представлені у суміші різноманітних речовин типу терпенів, кетонів, альдегідів, спиртів тощо. Вони концентруються у квітах та шкірці плодів та овочів, зумовлюючи їх аромат, а у деяких випадках – і смак. Зазвичай їхній вміст не перевищує 0,001%, але цитрусові плоди містять у шкірці 1,5...2,5% ефірних олій [5].

Мінеральні речовини. Знаходяться у рослинній сировині у вигляді добре засвоюваних солей різних органічних і мінеральних кислот (фосфорної, винної, кремнієвої тощо), а також входять до складу високомолекулярних органічних сполук – білків, жирів, глікозидів, ферментів та ін. Їхній вміст коливається від 0,5 до 2,5% [4, 7, 9]. Мінеральні речовини ділять на макроелементи (К, Са, Р, Na, Mg, Cl), які містяться у кількостях не менше сотих часток процента, й мікроелементи (Fe, Cu, Zn тощо), кількість яких не перевищує тисячну частку процента. Їхня роль у житті людини величезна – всі фізіологічні процеси у живих організмах відбуваються за їхньої присутності. Так, мінеральні елементи беруть участь у пластичних процесах, формуванні й побудові тканин, у водному обміні, у підтриманні осмотичного тиску крові та інших рідин, забезпеченні кислотно-лужної рівноваги в організмі, входять до складу деяких ендокринних залоз та протоплазми клітин [9].

Вітаміни – низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної природи, які каталізують та регулюють біологічні процеси в живому організмі. Рослини містять як водорозчинні (С, Р, РР, В₁ В₂, В₃, В₉, Н), так і деякі жиророзчинні вітаміни – каротин (провітамін

А), К, D, E. Їхній вміст залежить від виду, сорту, зрілості, умов вирощування та зберігання сировини [1, 3, 4, 5, 6].

Вітамін С представляє собою гексуонову кислоту ($C_6H_8O_6$) й існує у двох фізіологічно активних формах – власне аскорбінова кислота і дегідроаскорбінова кислота. Останнім часом у рослинній сировині виявлено і третю форму аскорбінової кислоти – аскорбіген [32, 33].

Розподіл вітаміну С у складових частинах плодів та овочів неоднаковий – як правило, у покривних тканинах він вищий, ніж у паренхімних. Його вміст у плодах та овочах коливається від 5...10 мг% в огірках і винограді до 200...1000 мг% у червоному болгарському перці й чорній смородині. Добова потреба людини 50...100 мг вітаміну С.

В організмі він бере участь в окисно-відновних реакціях, впливає на білковий, вуглеводний і холестериновий обмін, зміцнює стінки судин і підвищує захисну здатність організму. Дуже нестійкий до дії кисню повітря, нагрівання у присутності заліза й міді, дії окислювальних ферментів, зокрема при подрібненні сировини та наявності лужного середовища. У зв'язку з цим його вміст при зберіганні й переробленні рослинної сировини істотно знижується, а при використанні високих температур вітамін С руйнується повністю [2, 5, 6, 7, 98].

Вітаміни групи В містяться у плодовоовочевій сировині в порівняно невеликих кількостях. Вони більш стійкі до дії кисню повітря та нагрівання, але руйнуються у лужному середовищі.

Вітамін В₁ (тіамін) відіграє важливу роль у регулюванні білкового, жирового, водного й вуглеводного обміну організму. При його недостатній кількості настає швидка втома, безсоння, порушення травлення, поліневрит. Середньодобова потреба дорослої людини у тіаміні складає 1,5...2,6 мг, але при великих фізичних та розумових навантаженнях може досягати 3 мг. Вміст вітаміну В₁ у плодах та овочах складає від 0,01 до 0,1 мг%.

Вітамін В₂ (рибофлавін) синтезується тільки рослинами та деякими мікроорганізмами. Він входить до складу ферментів й бере участь в окисно-відновних процесах організму. Його нестача

зумовлює слабкість, головний біль, порушення зору. Добова потреба дорослої людини у рибофлавіні складає 1,8...3,0 мг. Його вміст у плодах та овочах коливається від 0,03 до 0,07 мг%.

Вітамін В₃ (пантотенова кислота) широко розповсюджений у природі. Входить до складу коферменту А й бере участь у перенесенні кислотних залишків, синтезі лимонної та жирних кислот. Вміст вітаміну В₃ у плодоовочевій сировині складає 0,3...0,7 мг% при добовій потребі людини 5...10 мг. В організмі людини пантотенова кислота завжди знаходиться у достатній кількості завдяки синтезу мікроорганізмами кишечника.

Вітамін В₆ (піридоксин) відіграє велику роль у процесах обміну й діяльності центральної нервової системи (ЦНС), а також у процесах кровотворення. Добова потреба вітаміну В₆ для дорослої людини складає 1,8...3 мг. Плоди та овочі містять його близько 0,05...0,3 мг%.

Вітамін В₉ (фолієва кислота) широко розповсюджений у рослинній сировині. Його відсутність у їжі може бути причиною анемії. Міститься у листових овочах, яблуках, абрикосах тощо. Потреба дорослої людини у вітаміні В₉, що складає 0,2...0,4 мг на добу, повністю покривається за рахунок продуктів з плодів та овочів.

Вітамін Н (біотин) входить до складу ферментів, які каталізують процес карбоксилювання жирних кислот та перетворення амінокислот. При його недостатній кількості в організмі людини виникають ураження шкіри та випадіння волосся, тому норма вживання біотину складає 0,15...0,3 мг на добу. Невеликі кількості цього вітаміну (2...4 мг%) зустрічаються у багатьох видах рослин та плодоовочевої сировини [3, 4, 9].

Каротин (провітамін А) трапляється у формах α -, β -, γ - тощо каротину. Особливо розповсюджений β -каротин (C₄₀H₅₆) з А-вітамінною активністю, що набагато перевищує активність інших форм. За біологічною активністю каротин утримує поступатись вітаміну А, а тому його треба вживати 3,0...5,0 мг щоденно при добовій потребі людини 1,5...2,5 мг.

Перетворення каротинів на вітамін А відбувається у стінках тонких кишок організму під дією ферментів. При нормальному

постачанні вітамін А забезпечує ріст і розвиток молодого організму, стійкість до застудних захворювань, запобігає багатьом іншим. Високим вмістом каротину вирізняється морква – 0,9 мг%, гарбуз – 1,5 мг%, солодкий перець – 2,0 мг%, абрикоси – 1,6 мг%, томати – 1,2 мг%. При тепловому обробленні β-каротин відносно стійкий, але руйнується при окисненні, особливо при одночасній дії високих температур і освітлення [9].

Вітамін К (філлохінон) сприяє синтезові білку протромбіну у печінці й зсіданню крові. Цей вітамін синтезується мікрофлорою кишок відповідно до потреб, які становлять приблизно 0,2...0,3 мг на добу. Плоди та овочі містять приблизно 0,1...0,4 мг% філлохінону [1, 3, 4, 9].

Вітамін Р (рутин) належить до групи флавоноїдів. Разом з вітаміном С рутин синергічно бере участь в окисно-відновних реакціях, сприяє зміцненню стінок капілярів та регулює їхню проникність. Крім вітаміну Р, у плодах та овочах зустрічаються інші речовини фенольної природи, що мають Р-вітамінну активність – гесперидин, нарингінин, еріодиктин, кверцетин тощо. Великі кількості їх містяться у чорній смородині – 1000...2000 мг%, а також у сливах і шипшині – 200...700 мг%. Добова потреба людини у рутині (100...150 мг) повністю задовольняється за рахунок плодів та овочів [4, 5, 6].

Вітамін РР (нікотинова кислота) запобігає виникненню пелагри.

Його нестача в організмі спричинює порушення нервової діяльності, головний біль. У разі потреби організм людини може синтезувати вітамін РР з амінокислоти триптофану. Його вміст у плодах та овочах складає 0,3...2,0 мг% при добовій потребі людини 15...20 мг [3, 4, 5].

Вітамін U за своєю хімічною природою являє собою 5-метилмегіонін – широко розповсюджену у рослинах сполуку, яка служить донором метильних груп, украй необхідних для утворення багатьох життєво важливих речовин. Багато вітаміну U міститься у соках із сирих овочів і плодів – 10...25 мг% [2, 4, 9].

З викладеного матеріалу ясно, що важлива роль вітамінів полягає у підтриманні нормальної життєдіяльності людини. Недостатність їх у їжі спричинює порушення обміну речовин, зниження загального тону організму і працездатності, а їх відсутність призводить до важких захворювань – авітамінозів. Оскільки організм людини не синтезує вітаміни в достатній кількості, вони повинні постійно надходити разом з їжею. Цю проблему можна цілком вирішити за рахунок вживання плодів, овочів та продуктів їх перероблення за умови використання низьких температур, що забезпечують повне збереження вітамінів у готових продуктах.

Ферменти. Всі процеси обміну речовин у рослинних клітинах перебігають під дією ферментів – каталізаторів білкової, а іноді й небілкової природи. Їхня активність залежить від ряду чинників (температури, реакції середовища (pH), вмісту води) та впливає на втрати біологічно активних речовин (БАР) при зберіганні і переробленні плодів та овочів. У разі підвищенні температури понад оптимальну відбувається денатурація білкової частини ферментів та їх інактивація, що необхідно враховувати при виборі технологічних процесів та режимів оброблення сировини.

Ферменти поділяються на такі класи: оксидоредуктази, трансферази, гідролази, лігази, ізомерази [3, 5, 6, 9].

Оксидоредуктази – окисно-відновні ферменти, які є каталізаторами процесів, що відбуваються при диханні, бродінні тощо (пероксидази, дегідрогенази, каталази, поліфенолоксидази тощо).

Трансферази – ферменти, що каталізують перенесення хімічних груп (залишків фосфорної кислоти, моноцукрів, амінокислот тощо) від однієї сполуки до іншої (аміотрансфераза, фосфотрансфераза тощо).

Гідролази – ферменти, що каталізують гідролітичне розщеплення складних органічних сполук до більш простих (амілази, естерази, протеази тощо).

Ліази – ферменти, що каталізують гідролітичне розщеплення складних органічних сполук (карбоксилази тощо).

Ізомерази – ферменти, що каталізують різноманітні реакції ізомеризації (триозофосфатізомераза тощо).

Лігази (синтетази) – ферменти, що каталізують синтез двох молекул (аспарагінсинтетаза тощо).

На основі численних літературних джерел можна зробити висновок про велику різноманітність хімічного складу плодів та овочів. Проблема зберігання БАР при їх переробленні повністю залежить від правильно вибраної технології [10, 11, 25, 26, 27, 28, 34, 35, 36].

1.3. Оздоровчі та лікувальні властивості овочевих культур

У розпалі літо. Липень. Багато сонця, найдовший день і найкоротша ніч. Ягоди, фрукти, овочі урізноманітнюють і збагачують наш раціон. Все, що дарує в цей час природа, надзвичайно корисне для здоров'я завдяки насиченню вітамінами, мінеральними елементами, амінокислотами та іншими незамінними сполуками, без яких не може нормально діяти і функціонувати жоден орган, жодна система організму людини.

Та незмінним у будь-яку пору року залишається смак до українського борщу, що живе у кожного з нас, мабуть, на генетичному рівні. Тому оздоровчі та лікувальні властивості овочевих культур доцільно охарактеризувати на прикладі саме тих рослин, які є компонентами борщу.

І це не випадково. Навіть побіжний аналіз біологічних компонентів складових борщу свідчить про виняткову мудрість наших предків, які, не знаючи біохімії рослин, особливостей фізіології травлення та ролі окремих сполук в організмі людини, створили таку харчову композицію, яка відповідає усім сучасним принципам здорового харчування і дає істинне задоволення.

Характеристику складових борщу доцільно розпочати зі столового буряку, адже слово «борщ» походить від давньослов'янського «бърщь» – **буряк**.

За 200 років до н.е. буряк був відомий у Давній Греції. Батько медицини Гіппократ дав більше ніж 10 рецептів використання буряків для лікування різних хвороб [37].

У III столітті до н.е. вперше з'явилась назва «бета рубра», тобто буряк червоний. І давні народи цінували буряки не тільки як харчовий продукт, а й як лікувальний препарат. Про це писали Цицерон, Вергілій, Плутарх.

Сучасні дослідження свідчать, що там, де населення споживає у великих кількостях червоний буряк, кількість онкологічних хвороб мінімальна. Клітковина, яблучна, лимонна та інші біогенні кислоти буряку посилюють перистальтику кишечника. Тому рекомендують при порушеннях травлення та хворобах печінки їсти натще по 100...150 г варених буряків.

У буряках виявлено вітаміни С, групи В, РР, каротиноїди; мікроелементи кобальт, рубідій, мідь, цинк, залізо, хлор, магній. Більшість із них входять до складу ферментів, котрі регулюють процеси кровотворення. Тому не дивно, що люди, які систематично споживають буряки, ніколи не страждають на анемію.

Недавно в медичній літературі оприлюднено факт, що буряки можуть виступати в ролі засобів для відновлення пам'яті у людей з атеросклерозом судин мозку. І в першу чергу це пов'язується з наявністю у буряках значної кількості йоду. Цей мікроелемент здатен нормалізувати холестериново-жировий обмін.

За рахунок значних концентрацій магнію буряки виявляють судинорозширювальний ефект, поліпшуючи мозковий кровообіг. Систематичне споживання столових буряків і особливо їхнього соку знижує артеріальний тиск.

Сік буряків ефективно використовують у лікуванні онкологічних хвороб. Наукові дослідження показали, що основою лікувального ефекту буряків у даному випадку є наявність антоціанів – барвних речовин з групи фенольних сполук. Антоціани містяться також в ягодах чорниці, чорної смородини, чорної бузини, винограду, звіробою тощо. Однак антоціани столових буряків діють уосьме ефективніше.

Таким чином, раціональне, лікувальне і просто оздоровче харчування без страв із буряків неможливе.

Капуста. Батьківщина капусти – береги Середземного моря. З давніх-давен капусту любили давні греки, римляни, єгиптяни.

Піфагор писав: «Капуста підтримує постійно бадьорість і веселість, спокійний стан духу». Давні лікарі радили годувати маленьких дітей капустою, щоб вони росли міцними, здоровими, красивими і хоробрими.

В I столітті нашої ери лікар Хрисипп присвятив капусті спеціальні дослідження, з'ясувавши вплив, який вона чинить на кожен орган тіла.

Багато полководців віддавали данину капусті. Так, Олександр Македонський вважав найпершою необхідністю перед боєм нагодувати капустою своїх воїнів. У цьому він вбачав запоруку могутності й непереможності своєї армії.

Сьогодні французькі лікарі радять вживати капусту при 75 основних і 30 супутніх хворобах, навіть при деяких онкологічних.

Капуста зміцнює організм, надає йому опірності до багатьох захворювань, допомагає подолати безсоння і головний біль. Нею успішно лікують хвороби шлунка, кишечника, печінки, опіки, виразки тощо [43].

Сучасна наука пояснює це тим, що капуста містить майже весь набір вітамінів: провітамін А, вітамін С і групи В, вітамін К і противиразковий вітамін U. Вітаміни в капусті розподіляються нерівномірно – у зовнішніх листках їх удвічі більше, ніж усередині, і особливо багато – у зеленому листі.

Капуста містить багато біогенних сполук, зокрема фітонциди, ферменти, фітогормони, мінеральні солі. Калій сприяє виведенню надлишків рідини, поліпшує роботу серцевого м'яза. Сірка покращує моторику кишечника, позитивно впливає на розвиток корисної мікрофлори, виводить надлишок холестерину, запобігаючи атеросклерозу.

Наукові дослідження показали, що фітонциди капусти згубно діють на бактерії туберкульозу, стафілококів та інших

хвороботворних мікробів. Цим пояснюється успіх лікування капустою будь-яких запальних процесів.

Картопля. Батьківщина картоплі – Чилі. Тут її вирощували ще на початку нашої ери. А андо-перуанська цивілізація вміла висушувати картоплю та зберігати її в такому вигляді.

У XVIII столітті картопля з'явилась у Росії, де основу раціону до того складали зернові культури. І це, безумовно, стало позитивним моментом, оскільки надало різноманітності і більш високої поживної цінності харчуванню.

На сьогодні відомо, що половину необхідної організмові норми вітаміну С ми отримуємо з картоплею. Недаремно завдяки розповсюдженню картоплі у Європі припинилися епідемії цинги [44].

Картопля містить комплекс вітамінів, подібний до капусти, включаючи противиразовий U, вітаміни E, P, групи B, PP. Вона досить калорійна – майже в 2...3 рази, ніж інші овочі. Основний енергетичний матеріал картоплі – вуглеводи, переважно крохмаль.

Особливо цінним є білок картоплі, який за своїм складом наближається до тваринних білків. Його амінокислоти оптимально збалансовані і тому легко засвоюються організмом людини. Фахівці відзначають велику спорідненість між складом білку картоплі і жіночого молока.

Ще одна перевага картоплі в тому, що, на відміну від інших джерел білку (наприклад, м'яса), вона справляє корисну підлужувальну дію на організм. Це пов'язано із наявністю у картоплі різних мінеральних сполук у вигляді солей калію, магнію, заліза, кальцію, фосфору, хрому.

тому споживання картоплі є особливо сприятливим при захворюваннях, пов'язаних із порушенням обміну речовин (подагра, ниркові хвороби).

Як відомо, надлишок кислот сприяє передчасному старінню. А за рахунок підлужувальної дії картопля допомагає нейтралізувати надмір кислот, які утворюються в процесі обміну речовин.

Особливу цінність виявляє картопля завдяки високому вмісту калію (понад 500 мг у 100 г). Вона сприяє виведенню

шкідливих сполук, регулює обмінні процеси, підтримує нормальне функціонування серцевого м'яза. Тому її справедливо відносять до числа **антисклеротичних засобів** [38]. Такої кількості калію немає ні в хлібі, ні в м'ясі, ні в рибі.

Потреба дорослої людини в калії складає 4 г, і половину її можна забезпечити, споживаючи 400 г картоплі. Ця ж кількість картоплі дає половину добової потреби у вітаміні с.

Свіжий сік картоплі використовують для лікування виразкових хвороб шлунка і дванадцятипалої кишки, а в Китаї – навіть для лікування енцефалігу. Завдяки вмісту ацетилхоліну вона знижує артеріальний тиск і знімає головний біль.

Останні медичні дослідження показують, що при лікуванні антибіотиками та сульфаніламідними препаратами доцільно вживати по 1...2 столових ложки соку картоплі відразу після прийому ліків, що прискорює одужання.

Цибуля – найбільш поширений і древній овоч. Відома вже понад 6000 років. Давні єгиптяни настільки цінували її, що зображали на своїх пам'ятках. Дорого оцінювали цибулю і в середні віки – в епоху хрестових походів. 1250 р. Французи видавали сарацинам в обмін за кожного полоненого співвітчизника по 8 цибулин. Лицарі, заковані у сталеві лати, носили на грудях цибулину як талісман [37].

Вирощувати цибулю як харчовий продукт почали в Китаї, потім в Індії, а з часом і на всіх інших континентах. Античний лікар **Діоскорид** писав: «...ніщо не очищає організм, як цибуля». У східних народів існує приказка: «Цибулино, в твоїх обіймах мінає будь-яка хвороба». І наші давні предки використовували цибулю як ліки при багатьох хворобах: «Цибуля від семи недуг».

Сьогодні не можна уявити салатів, гарячих м'ясних і овочевих страв без цибулі. І не даремно: адже корисних і оздоровчих властивостей цибулі не перерахувати. Вона збуджує апетит, посилює виділення шлункового соку, поліпшує засвоєння компонентів харчових продуктів. Має чудову антибактеріальну дію, стимулює секреторну діяльність кишечника. Поліпшує загальний стан хворих на діабет при схильності до закріпів [45].

Науково доведено, що цибуля має антисклеротичну дію, нормалізує вміст холестерину в крові. Фармацевтична промисловість випускає спиртову настоянку з цибулі «Аллігепп», котру вживають при атеросклерозі та склеротичній формі гіпертонічної хвороби.

Цибуля – найперший домашній лікувальний засіб при застуді, кашлі, ангіні, нежиті.

Квасоля. Знахідки археологів свідчать про те, що біла квасоля була відома в індії з давніх часів. Збереглися малюнки мексиканців, що зображують процес приготування квасолі і навіть плату контрибуції її насінням.

В Україну квасоллю завезли у XVIII ст. Зараз у світі вирощують понад 230 різновидів квасолі.

Як і інші бобові, квасоля містить легкозасвоювані білки, широкий спектр поживних речовин, відзначається надзвичайно сприятливим співвідношенням натрію і калію – 1:150, що позитивно впливає на організм людини при цукровому діабеті, атеросклерозі, порушеннях серцевого ритму тощо.

Вперше квасоля як корисний оздоровчий продукт згадується в китайській літературі ще в 1280 р. до нашої ери.

На сьогодні за результатами наукових досліджень з'ясовано, що квасоля ефективно регулює обмін речовин, допомагає при гастритах із підвищеною кислотністю, лікує запальні процеси у печінці, сприяє розчиненню та виведенню каменів у жовчному міхурі, знижує масу тіла.

Страви зі **стиглої квасолі** рекомендують при анемії, туберкульозі, травматичних ураженнях хребта та суглобів. Страви з **зеленої квасолі** корисні при гастритах, пієлонефриті, гіпертонічній хворобі, атеросклерозі, ревматизмі, ожирінні.

Наявність значних концентрацій вітамінів С, В₁, В₂, В₆, РР, е роблять квасоллю незамінною для тих, кому за 40 років. Бажано хоча б раз на тиждень готувати квасолеву страву.

І, звісно, повноцінним не може бути борщ без помідорів.

Помідори. Вони потрапили до Європи з Центральної Америки в XVI ст., тобто значно раніше, ніж картопля та кукурудза.

На сьогодні налічують до 2000 сортів помідорів [45]. У перших томатів були жовті плоди. На сонці вони світилися золотом, тому італійською «помідор» означає «золоте яблуко» (pommo d'oro).

Помідори містять цукри (переважно глюкозу), яблучну та лимонну кислоти, азотисті сполуки, вітамін С, каротини, вітаміни групи В, Е, К. Стосовно каротину варто зазначити, що його вміст прямо залежить від ступеня зрілості помідорів, які у промисловому переробленні розрізняють як зелений, молочний, бурий, рожевий, червоний. Максимальна кількість каротиноїдів міститься у червоних помідорах [46].

Помідори багаті на фосфор, калій, кальцій, мідь, цинк, кобальт.

Завдяки значному вмістові калію помідорам належить важлива функція у підтриманні нормальної роботи серцево-судинної системи, а невисока калорійність зобов'язує включати їх до раціону людей із надмірною масою тіла.

Надзвичайно корисною властивістю помідорів, як і картоплі, є їхня висока підлужувальна здатність. Причому у цій якості помідори найбільш привабливі з усіх овочів, оскільки солі органічних кислот, що входять до складу помідорів, у процесі засвоєння накопичують в організмі значні запаси лужних сполук. Як відомо, вони протидіють порушенню кислотно-лужного балансу, зв'язують надлишок кислот, запобігаючи виникненню різноманітних хвороб і передчасному старінню.

Корисні помідори й завдяки невеликому вмістові пуринових основ, котрі у харчуванні осіб зрілого та літнього віку мають бути обмежені, а при подагрі та інших захворюваннях, пов'язаних із порушенням обміну сечової кислоти, повинні виключатися з раціону.

Багато пуринових основ містять м'ясо, риба та інші продукти тваринного походження. Ряд рослинних продуктів також багаті на пурини – квасоля, горох, шпинат, салат, щавель, кольорова капуста, гриби тощо.

З цієї точки зору помідори рекомендовано вживати всім: дітям і дорослим, здоровим і хворим.

На відміну від багатьох овочів, помідори мають ніжну клітковину, яка позитивно впливає на життєдіяльність корисної кишкової мікрофлори, пригнічує гнилісні процеси у кишечнику, виводить із організму надмірний холестерин і поліпшує травні процеси.

Помідори посилюють специфічний імунітет до збудників пневмоній (пневмококів), кишкових інфекцій (сальмонел, дизентерії). Фітонциди помідорів виявляють протигрибкову активність, запобігаючи розвитку небезпечних для людини мікроскопічних грибів.

Зовсім нещодавно біохіміки виявили у сімействі каротиноїдів помідорів ще один надзвичайно цінний компонент – лікопін [47]. Це пігмент, який надає такого яскравого забарвлення помідорам, кавунам, рожевим грейпфрутам і не міститься практично в жодних інших плодах та овочах. Фахівці вважають, що лікопін – один із найсильніших антиоксидантів, щоправда ще маловивчений.

Подібно до β -каротину, він захищає ліпопротеїни низької щільності від окислення та осідання на стінках артерій, і з цієї точки зору може бути ще важливішим для роботи серця, ніж інші каротиноїди.

Згідно з лабораторними оцінками, лікопін може бути вдесятеро потужнішим у протираковому захисті, ніж β -каротин. Він особливо ефективний у боротьбі з раком молочної залози, легенів, ендометрію та простати. У тих, хто курить і має низький рівень лікопіну в крові, рак легенів спостерігається у 4...5 разів частіше.

Із близько 500 каротиноїдів, чия роль у запобіганні раку простати добре досліджено, лише лікопін – каротиноїд, що у найбільших кількостях міститься саме в цьому органі, – виявив значні захисні властивості.

Усі перелічені якості стосуються також томатного соку.

При приготуванні страв із помідорів слід пам'ятати одне просте правило – не змішувати разом помідори й огірки. Річ у тім, що до кладу усіх плодів та овочів входять ферменти. Окисно-відновні ферменти зумовлюють усі біологічні процеси, що відбуваються як у живих, так і у зруйнованих клітинах, тому зміна

їхньої активності має велике значення для накопичення чи втрати інших біологічно активних речовин рослин.

У даному разі йдеться про те, що огірки містять значну кількість ферменту аскорбіноксидази, який окислює аскорбінову кислоту, практично нівелюючи її активність і цінність для організму людини. Помідори багаті на аскорбінову кислоту, яка вивільнюється зі зруйнованих клітин при подрібненні овочів і відразу ж піддається інактивуєчій дії аскорбіноксидази огірків. І тому такий салат утрачає свою вітамінну цінність, особливо якщо між приготуванням салату та його споживанням проходить певний час.

З цієї ж причини недоцільно комбінувати суміші для заморожування з рослин із підвищеним вмістом аскорбінової кислоти та матеріалів, що містять значні кількості ферменту аскорбіноксидази. Детальніше це питання буде розглянуто нижче.

Відомо, що від структури харчування залежить настрій людини, здоров'я, працездатність та довголіття. Виходячи з цього, компоненти харчових продуктів повинні задовольняти такі вимоги [13, 14]:

- побудова нових клітин і тканин організму;
- забезпечення енергії для функціонування органів та витрат на фізичну й розумову роботу;
- синтез і функціонування ферментів, вітамінів та інших БАР.

Наукову основу раціонального (збалансованого) харчування, розроблену О.О. Покровським (1964), доповнювали та розширювали А.М. Уголев, К.С. Петровський, І.М. Скурихін, В.А. Шатерников та інші. За сучасними уявленнями науки про раціональне харчування рослинна сировина набуває все більшого значення у профілактиці та лікуванні ряду захворювань [11, 12]. Значну харчову і дієтичну дію мають соки та напої, виготовлені з плодоовочевої сировини, особливо з додаванням нетрадиційних джерел БАР – лікарських рослин [3, 4, 14, 15].

Останнім часом медики-дієтологи стали активно розглядати проблему профілактики ракових захворювань аліментарним шляхом, зв'язаним з овочевими і рослинними інгредієнтами чи БАР,

особливо з високим вмістом вітамінів і мінеральних речовин [11, 12, 13, 16].

Всесоюзною Чорнобильською програмою з ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС в Україні, Білорусі та Росії (1989) було передбачено вітамінізацію харчових продуктів β -каротином, аскорбіною кислотою, α -токоферолом, вітамінами групи В, а також застосування різноманітних біодобавок, що містять мінеральні та природні комплекси фенольних сполук з Р-вітамінною активністю [16-22].

З метою зміцнення імунної системи організму й попередження онкозахворювань рекомендується також вводити до раціону впродовж року каротиновмісні плоди та овочі (моркву, гарбуз, томати), а також вітаміновмісні – чорну смородину, чорноплідну горобину, солодкий болгарський перець, зелень петрушки, кропу, селери тощо [23, 24, 29, 30].

Підвищити ефективність зазначених заходів може додаткове вживання лікарських рослин – кореневищ солодки, цикорію, женьшеню тощо [13, 15, 17, 18, 24].

Прикладом швидкої реабілітації після впливу підвищеної радіації може бути населення Японії, щоденний раціон якого донині на 42,7% складається з овочів та фруктів, особливо каротиновмісних. Програмою «Основних напрямів розвитку охорони здоров'я населення України на період до 2006 року» було передбачено збільшення обсягу виробництва продуктів підвищеної біологічної цінності у загальному комплексі забезпечення населення збалансованим харчуванням [9, 13, 20, 21, 22]. На жаль, цю програму не можна вважати виконаною.

Відомо, що рослини справляють також антиоксидантну дію на організм людини. Їхній вплив виявляється підвищенням стійкості організму до різноманітних шкідливих чинників (фізичних, хімічних, психоемоційних тощо).

Це пояснюється тим, що 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 [22, 23, 30]. Крім того, антиоксиданти впливають на синтез і перетворення багатьох БАР (амінів, вітамінів тощо) та беруть участь у формуванні ряду структурних елементів клітини. При недостатньому надходженні антиоксидантів в організм людини можуть розвиватися атеросклероз, ішемія серця й мозку, бронхіальна астма, деякі злоякісні новоутворення тощо [12, 16, 19, 22].

Найбільшу антиоксидантну активність мають такі БАР рослинної сировини, як токоферолі, β -каротин, аскорбінова кислота й фенольні сполуки з Р-вітамінною активністю. Прийнято вважати, що термін «антиоксиданти» означає речовину, яка зв'язує окислювальні вільні радикали, зменшуючи тим самим їхню концентрацію. Але існують інші визначення антиоксидантів (антиокислювачів), що свідчить про відсутність єдиної думки з цього приводу [23, 24].

Таким чином, кожний вид плодоовочевої сировини має свій власний набір БАР, завдяки якому й відбувається певна лікувально-профілактична та фармакологічна дія.

1.4. Обґрунтування вибору сортів плодів та ягід для заморожування

Аналіз різних способів консервування плодоовочевої сировини з точки зору максимального збереження вмісту вітамінів свідчить, що найефективнішим є консервування заморожуванням.

За результатами власних досліджень та робіт інших авторів встановлено, що використання рідкого азоту в кріогенних технологіях дає змогу зберегти нативну структуру білків, вітамінів та інших біологічно важливих органічних сполук, а також запобігти псуванню готових продуктів під впливом ферментів, мікроорганізмів, кисню повітря. Уже зазначали, що комісією ЮНЕСКО кріогенний спосіб зберігання та перероблення сільськогосподарської сировини визнано єдиним на сьогодні найбільш ефективним методом отримання високоякісної продукції.

Тому при розробленні технології отримання свіжозамороженої продукції важливим етапом роботи є науково обґрунтований вибір високовітамінної плодово-ягідної сировини, придатної для заморожування, аналіз її хімічного та біохімічного складу до і після заморожування.

В Україні першу фундаментальну працю з кріобіології Л.К. Лозини-Лозинського [48] було опубліковано в 1972 р., а у 1975 р. зроблено першу спробу узагальнити накопичені дані з кріобіології та кріомедицини у праці А. Білоуса та М. Пушкаря “Вступ до кріобіології” [49]. У цих книгах знайшли відображення теоретичні та практичні досягнення кріобіології у період 60-70-х рр. XX століття.

У 1994 р. вийшла нова праця А. Білоуса та В. Грищенка “Кріобіологія” [53]. Усі ці книги стали теоретичним підґрунтям виконання даної наукової роботи зі створення вискоєфективної технології заморожування плодово-ягідної сировини.

Уже зазначали, що плоди, ягоди та овочі, є важливим джерелом вітамінів, мінеральних солей, водорозчинних цукрів, крохмалю, органічних кислот, пектинових речовин. Деякі плодови та ягідні рослини мають фітонцидні властивості й завдяки цьому виявляють антимікробну дію. Рослинна їжа збільшує секрецію травних залоз і посилює їхню ферментативну активність, що поліпшує процеси травлення й підвищує засвоюваність їжі. Ці властивості роблять плоди та ягоди необхідною складовою раціону харчування як здорової, так і хворої людини.

Плоди значною мірою забезпечують організм людини мінеральними елементами – солями калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза. Але якщо щодо одних мінеральних елементів (калію, заліза) плоди – основне джерело, то щодо інших (солей кальцію, фосфору, магнію) вони доповнюють продукти, багаті на ці солі. Ряд мінеральних елементів (натрій, хлор) плоди містять у незначних кількостях, що відіграє важливу роль у лікувальному харчуванні осіб, схильних до гіпертензії. При введенні мінеральних сполук із їжею важливо зважати не лише на їхню абсолютну якість, а й на співвідношення між собою, а також кількісні пропорції щодо

білків, жирів і вуглеводів – часто це кардинально впливає на всмоктування та засвоєння мінеральних речовин.

Плоди й ягоди, які містять значну кількість пектинових речовин, справляють детоксикаційну дію (яблука, сливи, журавлина). Пектинові речовини здатні адсорбувати різні сполуки, в тому числі екзогенні (токсини, важкі метали) та ендогенні, які утворюються в організмі.

Викладені відомості показують, наскільки важливо технологічний процес перероблення плодово-ягідної сировини вести таким чином, щоб отримані з нього напівфабрикати та готові продукти зберегли практично всі цінні речовини вихідного матеріалу, закладені в ньому природою (за винятком видаленої вологи); щоб продукти зберігались протягом тривалого часу без погіршення якості, могли швидко відновлюватись. Цим умовам найбільшою мірою відповідає сублімаційне сушіння [54, 55, 56].

Підготовка матеріалів, які піддаються сублімаційному сушінню, полягає в їх попередньому заморожуванні. На необхідність цього етапу зважає більшість дослідників. Швидкість заморожування повинна забезпечити утворення дрібних кристалів льоду, які не здатні змінити структуру матеріалу [57].

Розроблена в НУХТ технологія отримання сублімованих продуктів із рослинної сировини при низьких температурах передбачає оброблення як цілих плодів та ягід, так і попередньо подрібнених [36]. Цілі плоди та ягоди треба заморожувати швидко, створюючи дрібнокристалічну структуру льоду в живих тканинах і запобігаючи руйнуванню клітин. Вимога швидкого заморожування не є такою строгою при обробленні попередньо подрібнених матеріалів, оскільки в цьому разі зберігати вихідну структуру немає потреби. Навпаки, велику ефективність тут може принести повільне заморожування з утворенням великих кристалів льоду, що забезпечують інтенсивний тепло- й масообмін при сублімації.

Для встановлення оптимальних параметрів заморожування та сублімації провели попередні дослідження із з'ясування можливих змін біохімічних показників при заморожуванні плодово-ягідної сировини (на прикладі полуниць і яблук).

Основним фізичним процесом, притаманним заморожуванню рослинної сировини, є перетворення води на тверду фазу, яке супроводжується зниженням температури всієї системи та виділенням теплоти льодоутворення. З цих позицій обрані нами об'єкти дослідження дали змогу установити температурні інтервали кристалізації води та плавлення льоду в широкому діапазоні вихідної концентрації сухих речовин заморожуваного матеріалу. Для досліджень використали полуниці сорту «Мелітопольська» та яблука «Слава переможцю». Результати наведено в таблиці 1.

Аналіз табличних даних свідчить про те, що основні показники біохімічного складу заморожених продуктів і вихідної сировини практично не відрізняються. Фолієвої кислоти, однієї з найцінніших сполук, у полуницях міститься більше, ніж у винограді й малині. Заліза в полуницях також незначна кількість. Очевидно, її кровотворна дія пов'язана не лише з залізом, а з цілим «гематогенним» комплексом сполук – вітамінами групи В, вітаміном С й залізом.

Багатим джерелом вітамінів вважають фрукти, 250 г яких забезпечують чверть добової профілактичної потреби людини хоча б у одному вітаміні, а достатнім джерелом вітамінів є яблука, що містять 8...10 мг% вітаміну С та 40...50 мг% Р-активних сполук.

Таблиця 2.1

Біохімічний склад заморожених плодів полуниці та яблук

Показники	Вміст у сировині, %			
	полуниці		яблука	
	свіжі	заморожені	свіжі	заморожені
Сухі речовини	18,5	18,2	21,6	20,9
Цукор	9,5	9,6	7,9	7,3
Органічні кислоти	1,0	1,1	2,4	2,3
в т.ч. в перерахунку на лимонну	0,7	0,7	1,2	1,2

Блок	0,6	0,6	0,4	0,4
Азотні речовини	1,4	1,3	0,9	0,9
Безазотисті екстрактивні речовини	6,6	6,4	8,3	8,2
Пектинові речовини	1,3	1,3	2,4	2,4
Клітковина	2,1	2,1	1,3	1,3
Дубильні речовини	0,25	0,23	0,2	0,18
Мінеральні елементи, мг%, в тому числі залізо	1,8 1,1	1,8 1,1	3,6 2,4	3,6 2,4
Вітамін С, мг%	92,0	85,0	24,0	26,6
Фолієва кислота, мкг	85,0	85,0	76,5	76,5
Речовини Р-вітамінної активності, мг%	25,5	25,5	55,6	55,6

Тому досліджуваний нами сорт яблук належить до сировини, придатної для профілактичного та оздоровчого харчування. Зі сказаного очевидно, що бажана добова норма плодів для людини – 250 г – має розглядатися не просто як набір фруктів і ягід. Наприклад, при порівнянні як джерел вітаміну С та Р яблук сорту “Ренет Симиренко” (5 и 50 мг%) та “Ренет Кічунова” (35 та 300 мг%) видно, що добова потреба у вітаміні С, яка дорівнює 75 мг, може бути забезпечена при вживанні 1,5...2 кг яблук “Ренет Симиренко” та 0,3...0,4 кг сорту “Ренет Кічунова”.

Головний біокомпонент яблук – антиоксиданти. Ці речовини захищають організм людини від різних «хвороб цивілізації» – інфарктів, інсультів, багатьох видів раку. На відміну від вітамінів, антиоксиданти поліфенольної природи не руйнуються при зберіганні. Особливо багато цих речовин у шкірці плодів. Наприклад, флавоноїдів у шкірці яблука в 2...3 рази більше, ніж у м'якоті, а фенольних кислот більше в 2...6 разів. Нещодавно американські дослідники з Корнуельського університету (Нью-Йорк) виявили у шкірці яблук ще одну групу речовин – тритерпеноїди, які мають сильну протипухлинну дію та блокують розмноження злоякісних клітин.

При підборі фруктів для заморожування слід мати на увазі, що найкориснішими є дрібні, кислі та дикі яблука. Вони містять у 10 разів більше цінних біологічно активних речовин, ніж культурні сорти.

Яблука з низькою цукристістю й високим вмістом вітаміну С корисні при діабеті. Установлено, що пектин яблук затримує розвиток вірусу грипу А. У США проведено цікаві досліді з використання яблук для профілактики застудних захворювань, найчастіше грипу та бронхітів. Включення до раціону 2...3 яблук щоденно знизило кількість застудних захворювань утричі, а кількість випадків гіпертонічних кризів – у 6 разів. Яблучні пектини здатні адсорбувати й виводити з організму радіонукліди, токсичні сполуки, важкі метали. Яблучний сік зміцнює серцево-судинну систему, імунітет, допомагає підтримувати постійний рівень цукру в крові.

1.4.1. Кріоушкодження клітин біологічних об'єктів.

Будова рослинних клітин свідчить про те, що плоди і овочі, призначені для заморожування, необхідно збирати на стадії технологічної зрілості [58], тобто коли вони за консистенцією, ароматом, смаком, кольором, комплексом біологічно активних речовин відповідають вимогам, що ставляться до них як до технологічної сировини, яка піддається подальшому заморожуванню і зберіганню у замороженому стані [59].

Після збору врожаю у тканинах сировини відбуваються процеси перетворення одних сполук на інші, а також процеси розкладу, пов'язані з утворенням більш простих сполук і виділенням енергії. Зокрема, збільшується вміст цукрів, кислот, ароматоутворюючих речовин; зменшується вміст крохмалю, аскорбінової кислоти. Потім відбувається розщеплення пектинових речовин, в результаті чого плоди поступово стають більш м'якими. Знижується вміст хлорофілу. Особливо чутливою до умов зберігання є аскорбінова кислота. Проведені нами попередні дослідження показали, що протягом місяця зберігання при

температурі 0 °С брюссельська капуста втрачає 50...58% вітаміну С, а протягом одного дня при кімнатній температурі – 40...46%.

Всі ці дані свідчать про те, що зібрані плоди та овочі доцільно відразу переробляти на готові продукти або заморожувати для повного збереження цінного комплексу біологічно активних речовин.

Тобто, мета заморожування, як і будь-якого іншого способу консервування, полягає в тому, щоб звести до мінімуму або хоча б сповільнити реакції, що погіршують якість продуктів і, врешті, роблять їх непридатними до вживання. Зокрема, заморожування дає можливість подолати розвиток мікроорганізмів і запобігти біохімічним перетворенням, що викликаються ферментами. І якщо вдається подолати розвиток мікроорганізмів цілком, кажуть про явище **анабіозу** [60].

Якщо проводити повільне охолодження рослинної сировини, процес анабіозу проходить кілька стадій і кожен з них можна використати для зберігання харчових продуктів і запобігання шкідливим мікробіологічним процесам. Так, при зниженні температури до нуля харчове середовище охолоджується, ріст і розмноження мікроорганізмів обмежується. В цьому випадку говорять про **психроанабіоз**. За даними [61] при зниженні температури від 25 до 0 °С інтенсивність біохімічних процесів у живій тканині знижується в 7...10 раз і такі охолоджені матеріали можна зберігати без псування протягом 72 год.

При температурах нижче нуля вільна вода 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 [61, 71].

У кріомедицині до стану глибокого анабіозу відносять існування мікроорганізмів при температурах –80...–196 °С. У харчових технологіях не завжди виникає необхідність зберігання продукції при таких низьких температурах, а в сучасних технологіях із метою подовження терміну зберігання харчових продуктів взагалі використовують консерванти або синтетичні антиоксиданти,

незважаючи на те, що такі добавки знижують харчову цінність продукції, погіршують її біологічний склад і несприятливо впливають на здоров'я споживачів.

Тому лише метод консервування плодоовочевої продукції холодом є найбільш досконалим як з точки зору інноваційної технології, так і з позицій безпеки отриманої харчової продукції.

Зі сказаного зрозуміло, що кріогенні температури гальмують швидкість і впливають на характер перебігу обмінних процесів у біологічних системах. І оскільки обмін речовин відбувається за участі водорозчинних ферментів, то температура, яка за об'єктивним бажанням технолога та умовами технологічного процесу модифікує стан рідкої фази при заморожуванні сировини, впливає на інтенсивність ферментативних реакцій.

Низькі температури не призводять до незворотної інактивації ферментів, а дають можливість на певний час і за певних умов різко обмежити їхню активність, що в свою чергу гарантує зберігання заморожених чи охолоджених продуктів протягом тривалого терміну, який для кожного конкретного виду сировини потрібно встановлювати індивідуально [62].

Для досліджуваної в нашій роботі холодильної технології найбільшу увагу необхідно приділяти ферментам, що каталізують окислювальні та гідролітичні процеси у тканинах плодоовочевої сировини. Це передусім оксидоредуктази, які каталізують всі окислювально-відновні процеси [63, 64].

Зважаючи на високий вміст у досліджуваній сировині біофлавоноїдів та аскорбінової кислоти, у технології слід передбачити інактивацію, в першу чергу, фенолоксидази та поліфенолоксидази, що містять у якості коферменту іони міді і викликають окислення фенольних сполук з однією чи кількома фенольними групами молекулярним киснем.

В результаті окислені тканини набувають темно-коричневого забарвлення, неприємного смаку і запаху. Ці реакції спостерігаються не лише у фруктах та ягодах, а й овочах, картоплі, грибах [65, 66, 67].

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 отриманих з неї продуктів.

Ще в 1965 р. в роботах Г. Самородової-Біанкі [63] було показано, що біофлавоноїди здатні інгібувати активність аскорбатоксидази. Цю обставину, безумовно, слід використати при розробленні нової технології заморожування плодово-ягідної сировини, зокрема створюючи суміші напівфабрикатів (фруктово-ягідні, овочеві), до складу яких потрібно вводити рослинні матеріали, одні з яких багаті на вітамін С, а інші – на біофлавоноїди. При кулінарному приготуванні таких сумішей біофлавоноїди захищатимуть аскорбінову кислоту від окислення.

В літературі наводяться також приклади, що у певних видах плодів чи овочів з високим вмістом аскорбінової кислоти в присутності аскорбатоксидази спочатку відбувається окислення вітаміну С, завдяки чому поліфеноли зберігають свою активність [64, 66, 67].

На цій підставі можна зробити висновок, що для отримання заморожених продуктів із високим вмістом біофлавоноїдів сировину перед заморожуванням доцільно витримати певний час у розчині аскорбінової кислоти. Таких проблем не виникає при заморожуванні і наступному приготуванні рослинних продуктів, що не містять аскорбатоксидази [68, 69].

За отриманими нами даними, це – ягоди чорної смородини, мандарини, апельсини, лимони, болгарський перець, цибуля, капуста кольрабі. Безумовно, цей перелік буде розширено при детальному вивченні інших видів плодоовочевої сировини.

Варто звернути увагу і на ферменти пероксидазу та каталазу. У певних кількостях вони містяться в овочах (у фруктах та ягодах практично немає). Окислення біологічно активних речовин рослинних матеріалів відбувається під дією атомарного кисню, який відщеплюється безпосередньо від пероксиду водню або проміжних перекисних сполук. З точки зору технології заморожування, варто скористатись особливостями взаємодії цих ферментів – 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 замороженої сировини і отриманих із неї готових продуктів.

Це ще раз підтверджує актуальність розроблення технології свіжозаморожених продуктів з використанням ефективних кріопротекторів для захисту клітинних структур від кріоушкоджень при заморожуванні.

Уже зазначали, що, як і всі живі об'єкти, овочі, ягоди і фрукти складаються із клітин, у котрих здійснюються всі життєві функції. Кожна клітина оточена полісахаридною оболонкою – каркасом клітини, який надає їй певної форм і захищає всі біологічно активні речовини клітинної структури. При певних умовах (температура, рН, концентровані розчини солей тощо) відбувається незворотна коагуляція колоїдів цитоплазми, що супроводжується граничним зростанням клітинної проникності, розривом цитоплазмової оболонки. Клітина гине. При цьому всі компоненти, що знаходяться всередині клітини й розчинені у клітинному соку, вивільняються і крізь розірвану оболонку разом із соком виходять назовні [70, 72, 73, 74, 75].

Тобто, з фізико-хімічної точки зору, загибель живої клітини розпочинається з коагуляції колоїдів цитоплазмової оболонки клітини [73].

Вивчення механізмів кріоушкоджень клітин дало можливість сформулювати у 80-х роках минулого століття концепцію кріоушкоджень [70, 76, 77], у котрій постулюється важлива роль плазматичної мембрани і білків цитоскелету у

збереженні структурно-функціональної цілісності клітин при заморожуванні-розморожуванні.

Таким чином, для всіх біологічних об'єктів, у тому числі і для плодовоовочевої сировини, існує одна закономірність – при охолодженні до 0 °C і під впливом негативних температур клітини можуть руйнуватись. В цьому явищі варто розрізняти як **ушкодження**, пов'язані з комплексом процесів у мембрані і клітині при розвитку температурного шоку, так і **руйнування** клітин, пов'язані з дією негативних температур. В останньому випадку це відбувається, коли кристалізується поза- або внутрішньоклітинний розчин і клітини руйнуються утвореними кристалами [78, 79, 80].

Для нас важливим є саме цей випадок, оскільки (як зазначено вище) в зруйнованих клітинах інтенсивно діють пероксидази, а найголовніше полягає в тому, що заморожені продукти перед вживанням або подальшим переробленням піддаються розморожуванню (дефростації). І якщо заморожені продукти міститимуть багато зруйнованих клітин, то при дефростації втрачається клітинний сік, якість продукту погіршується, біологічна цінність різко падає. І навіть із найбільш якісної сировини неможливо отримати ідентичні продукти [67, 81, 82].

Можливість використання кріопротекторів для захисту клітин від руйнування в процесі заморожування рослинної сировини підказана самою природою. І дослідники лише констатували факт, що стійкість різних рослинних об'єктів (дерева, куці тощо) до дії низьких температур зумовлена передусім підвищеною стійкістю клітин, а залежить від фізико-хімічного стану протоплазми клітин, співвідношення вільної і зв'язаної форм води, швидкості і глибини охолодження, наявності у середовищі сольових розчинів і захисних сполук, і, безумовно, від природи самих клітин [70, 72, 82]. Природні кріопротектори (цукри, жири, спирти, амінокислоти тощо) захищають білки мембран клітин від коагуляції, перешкоджаючи їх руйнуванню.

В одних випадках певні види клітин руйнуються вже після швидкого охолодження, тоді як інші, навпаки, піддаються температурному шоку лише в присутності гіпертонічних

концентрацій електролітів. Проте, незалежно від механізму руйнування клітин, їхньої цілісності можна успішно досягти за допомогою кріопротекторів [77, 78, 83].

Результати численних досліджень, виконаних вітчизняними і зарубіжними авторами, зводяться до одного висновку – у морозостійкості рослинних об'єктів вирішальну роль відіграють природні захисні сполуки (цукри, жири, спирти), що містяться у клітинному соку рослин [84, 85, 86].

Аналіз умов захисту рослин у природному середовищі показує перспективність введення таких протекторних сполук (і накопичення їх) у тканини рослинних об'єктів, призначених для заморожування.

Можна прогнозувати, що така імітація природного захисту рослин оберігатиме тканини плодоовочевої сировини від температурного шоку, внутрішньо- і зовнішньоклітинного льодоутворення, зневоднення в результаті виморожування води. Це зведе до мінімуму механічні ушкодження клітин при заморожуванні сировини і дасть можливість провести за оптимальних умов розморожування продукції (заключний етап у складному процесі холодильного оброблення харчової сировини) без погіршення її якості.

1.5. Збирання та заготівля плодоовочевої сировини для заморожування

Період промислового збирання плодів і овочів в одному й тому самому районі звичайно обмежується: для ягід – 15...30, зерняткових плодів – 20...35, томатів – 20...30 днями тощо. Терміни дозрівання плодів і овочів сильно коливаються й залежать від дуже багатьох причин, у тому числі від виду й сорту, району розташування садів і плантацій, клімату, ґрунту, опадів тощо [5-8].

Точне визначення часу дозрівання й термінів знімання плодів і збирання овочів має важливе значення. Плоди при дозріванні на деревах або кущах мають кращі смакові якості й

інтенсивніше забарвлення, ніж при дозріванні в сховищах. Такі плоди після заморожування також матимуть вищу якість.

Для заморожування варто застосовувати плодоовочеву сировину, що має оптимальний (їстівний) ступінь зрілості. На цей час ягоди й кісточкові плоди максимально збільшуються в об'ємі, набувають характерного для сорту забарвлення й високих смакових якостей.

Оскільки в стадії оптимальної зрілості плоди недостатньо транспортабельні, то в разі перевезення їх для заморожування на далекі відстані варто збирати їх за декілька днів до настання зазначеної зрілості.

Якість плодів та овочів значною мірою залежить також від техніки збирання, їхнього сортування й упакування. При неакуратному збиранні плоди й ніжні види овочів (зелений горошок, шпинат тощо) можуть піддаватися швидкому захворюванню й навіть псуванню. Неприпустимо струшувати плоди з дерева, тому що при цьому відламуються плодові й листяні бруньки, а іноді й цілі гілки; крім того, при падінні плодів ушкоджується їхня тканина, й вони швидко псуються.

Працівники, що займаються збиранням урожаю, повинні мати відповідні технічні знання й практичні навички.

1.5.1. Збирання й заготівля ягід. Суниці й полуниці мають найбільшу питому вагу серед ягідних культур. У середині минулого століття понад 60% усієї площі ягідників було зайнято цими культурами. При заморожуванні рекомендованих помологічних сортів суниць із цукром або із цукровим сиропом отримують продукт, що вирізняється чудовими смаковими й ароматичними якостями. Тому швидке збільшення площі суничних і полуничних плантацій у районах розташування цехів заморожування має для холодильної й консервної промисловості важливе значення [6, 8, 9].

Суниці й полуниці – скоростиглі культури. При правильному осінньому закладанні ягідників уже в перше літо вони можуть дати врожай до 1,5 т з га, а з другого року, коли починається нормальне плодоношення, від 4 до 10 і навіть до 20 т з га. Найвища врожайність

плантацій зазвичай досягається на третій рік. Нормальний строк експлуатації плантацій – 4...5 років.

Малина й ожина є дуже цінними культурами для заморожування. За радянських часів на частку малини припадало приблизно 15...20% загальної площі ягідників. Малина починає плодоносити на другий рік після посадки й дає повні врожаї на третій-четвертий рік. Дозрівання її починається приблизно із середини червня. Дозрівання й збирання малини триває 20...25 днів. Спочатку її збирають кожний третій день, на десятий день більша частина малини досягає, після чого її збирають через день.

Середня врожайність малини становить 4...6 т з га, а при доброму догляді врожай окремих сортів може досягти 8...10 т. Ожина за врожайністю перевершує малину, в середньому з гектара можна отримати приблизно 6...8, а в окремих випадках до 12 т цієї ягоди. Тривалість плодоношення малини становить у середньому 10...12 років, а при належному догляді й більше.

Збір малини для заморожування, за умови її перевезення на невеликі відстані, починають тоді, коли ягоди почервоніють (сорти з червоною ягодою) або набирають світло-молочного забарвлення з жовтуватим відтінком (сорти з білою ягодою). Не можна допускати перезрівання малини, тому що її ягоди дуже ніжні й соковиті; зібрані в переспілому стані, вони дають сік, швидко псуються й стають непридатними для заморожування.

Ягоди малини й ожини, як і полуниці, краще збирати в ту тару, в якій вони направляються в цехи заморожування.

Смородина чорна завдяки великому вмісту вітамінів, високим смаковим і ароматичним властивостям широко використовується як десертний продукт, а також для виготовлення варення, соків, наливок тощо [87]. При заморожуванні рекомендованих сортів чорної смородини виходить також прекрасний десертний продукт. Урожайність чорної смородини становить у середньому 4...4,5 т з га, червоної й білої – трохи вища, у середньому 4,5...5 т; шляхом проведення відповідних агротехнічних заходів цей показник можна підвищити до 30 т.

У районах середньої й центральної смуги України збирання врожаю смородини починається приблизно із середини липня й триває 15...20 днів.

Червона й біла смородина починають дозрівати на кілька днів раніше чорної. Основною ознакою дозрівання ягоди є її забарвлення. Дозріла чорна смородина має інтенсивне чорне забарвлення, червона – червонувату, біла – світло-молочну з жовтуватим відтінком. При транспортуванні на далекі відстані ягоди збирають за 5...6 днів до повного дозрівання.

Смородину, призначену для заморожування, збирають на плантаціях, близько розташованих до цехів заморожування, причому ягоди повинні бути майже повної зрілості. Ягоди чорної смородини, що мають зеленувате забарвлення, містять більшу кількість пектинових речовин і тому придатні для виготовлення желе й мармеладу. Червону й білу смородину знімають звичайно гронами. Збирання проходить в один або два прийоми. Збирати ягоди рекомендується після випаровування роси.

Агрис займає до 5% загальної площі ягідників. Ягоди агрусу дуже смачні й можуть бути широко використані для споживання у свіжому або замороженому вигляді, а також для перероблення в кондитерській промисловості. Обмежене поширення агрусу пояснюється насамперед тим, що він псується грибними захворюваннями, наприклад сферотекою – грибом із роду борошниста роса [88].

О.В. Петров, К.Д. Сергєєва та інші автори за останні роки вивели нові сорти стійкого проти захворювання великоплідного агрусу [89]. Це дає підстави сподіватися, що розведення агрусу збільшиться [24]. Ягоди агрусу для заморожування збирають у зрілому стані, не допускаючи їх перезрівання.

Агрис, призначений для заморожування або споживання у свіжому вигляді, треба збирати в тару, у якій він транспортується до місця призначення.

1.5.2. Збирання та заготівля кісточкових плодів. Вишні й черешні. При заморожуванні черешні й особливо вишні отримують

продукцію високої якості. Максимальне збільшення насаджень цих культур (сортів, рекомендованих для заморожування) у зонах цехів заморожування є вкрай необхідним і невідкладним заходом.

Вишня й черешня починають плодоносити на третій-п'ятий рік залежно від сорту й догляду. При недостатньому догляді за насадженнями спостерігається слабкий приріст гілок, на яких утворюються квіткові бруньки, що визначають урожай наступного року. Збираючи врожай, необхідно дбайливо доглядати за букетними гілочками й не допускати їх поломки. Для транспортування на далекі відстані вишню знімають за 2...3 дні до настання повної зрілості. Дозрівання вишні й черешні визначається за зміною забарвлення плодів, збільшенням їхніх розмірів і смаковими властивостями, характерними для даного сорту. Плоди, призначені для заморожування в найближчих цехах, варто знімати при настанні повної зрілості. Збирання їх відбувається вибірково, у декілька прийомів, залежно від дозрівання.

Сливи є досить цінною сировиною для заморожування. Вони використовуються для десерту, виробництва варення, компотів, настоянок, желе й інших продуктів. За формою сливи поділяються на два класи:

- 1-й клас – Угорка, що мають довгасту і яйцеподібну форму;
- 2-й клас – Дамасцени, що мають круглу форму.

Плоди кожного класу й окремих сортів за забарвленням підрозділяються на сині, червоні, жовті, зелені й строкаті, а за розміром – на великі, середні й дрібні.

Сливи – це ніжний вид кісточкових плодів, тому збирати їх потрібно дбайливо, зберігаючи плодоніжку й восковий наліт. Це досягається таким чином: плодоніжку беруть пальцями, не доторкаючись до плода, і легким рухом відокремлюють її від несучої гілочки. Для заморожування сливи знімають при настанні повної зрілості, коли вони набувають властивих їм смакових якостей. Якщо сливи призначені для перевезення на далекі відстані, їх знімають до надбання ними забарвлення, яке відповідає повній зрілості, і з появою цукристості м'якоті й її достатньої щільності.

Кизил (терен) культивується в АР Крим, Одеській області тощо. Культурні (садові) сорти кизилу – великоплідні, кизил дикорослий (лісовий) – дрібний. Плоди мають темно-червоне, рожеве й біле забарвлення. Кизил є дуже цінною сировиною для приготування варення, повидла, виготовлення соків тощо. При заморожуванні садових сортів кизилу отримують якісний продукт, цілком придатний для десерту й виробництва морозива. Для заморожування використовують плоди, що досягли повної зрілості й мають відповідне забарвлення.

1.5.3. Зберігання свіжих плодів у холодильниках.

Приймання. Плоди, які надходять у холодильник, піддають якісному відбору. Всі перезрілі, недозрілі й ушкоджені екземпляри при прийманні відбраковують і, залежно від їхньої якості, переробляють на пюре, підварки або використовують для виготовлення різних кондитерських виробів. Для одержання високоякісної замороженої продукції потрібна високосортна плодоовочева сировина, яка відповідає вимогам стандарту [90].

Якщо свіжі плоди й овочі транспортують залізницею, перед їх вивантаженням роблять огляд вагонів і потім у прийомних документах зазначають умови, при яких знижується якість сировини: підвищена або знижена температура повітря у вагоні, сторонні запахи, неправильне укладання, дефекти тари, тривалий строк перебування вагона в дорозі тощо. Плоди й овочі в холодильнику приймають за кількістю місць і фактичною масою брутто, а цитрусові – також за кількістю плодів відповідно до трафарету. В холодильниках приймають плоди й овочі, упаковані в стандартну чисту й міцну тару із чітким маркуванням, що мають супровідний документ – сертифікат державного інспектора з якості або посвідчення відправника вантажу про якість, у яких зазначено помологічний і товарний сорт, район, заготівельний пункт і дату збирання плодів або овочів.

Для перевірки якості з різних частин партії відбирають зразки в кількості від 5% кожного товарного сорту, не менш ніж із трьох одиниць упакування (з верхньої, середньої й нижньої частини

партії). Середня проба становить не менше 10% відібраних плодів або овочів (з різних рядів одиниці упакування за висотою). У випадку виявлення дефектів вагонів і порушень умов перевезення, а також виявлення дефектів вантажу й розбіжності фактичної ваги й числа місць із зазначеними в документах складається комерційний акт за участю представників залізниці й державної інспекції з якості [25].

Прийняті плоди й овочі негайно направляють у цех заморожування. Якщо кількість сировини перевищує пропускову здатність цеху, то частину її, яку не можна переробити в цей же день, негайно направляють у камери холодильника. Плоди й овочі, що надійшли з температурою середовища вищою від 5 °С, направляють на охолодження, з температурою 5 °С і нижче – до камери схову.

1.6. Класифікація плодів та овочів. Вибір сортів, придатних до заморожування і зберігання

Плоди поділяються на ягоди, кісточкові, зерняткові й горіхи [5, 6, 8]. Субтропічні й тропічні плоди, до яких належать також цитрусові (апельсини, лимони, мандарини), представляють особливу групу.

Ягоди: суниця, полуниця, малина, ожина, морошка, виноград, агрус, смородина, брусниця, чорниця, лохина, журавлина тощо.

Кісточкові плоди: вишня, черешня, сливи, абрикоси, персики, кизил.

Зерняткові плоди: яблука, груші, айва, мушмула тощо.

Як уже зазначали, від якості свіжих плодів та овочів залежить якість замороженої продукції. Тому потрібно забезпечити підприємства, що заморожують плоди та овочі, високоякісною сировиною, причому таких помологічних сортів, які при заморожуванні дають кращі результати. Кожен помологічний сорт характеризується формою, кольором, внутрішнім складом, хімічним складом, терміном дозрівання й іншими ознаками.

Бажано, щоб кожний завод або цех заморожування мав власну сировинну базу, тобто мав би у своєму розпорядженні своє плодове й овочеве господарство. Прикріплення холодильників до плодівих і овочевих агрофірм на тривалий час для організації вирощування в них сировини необхідних помологічних сортів також забезпечить одержання замороженої продукції високої якості [25, 67].

Не всі види й не всі помологічні сорти плодів та овочів однаково придатні для заморожування. Дослідженнями вчених виявлено сорти плодів і овочів, які при заморожуванні дають прекрасні результати. Багато з них були перевірені при промисловому заморожуванні на вітчизняних і зарубіжних підприємствах.

Із числа плодів, рекомендованих для промислового заморожування, необхідно вказати на наступні [32].

Суніці садові: Корала, Саксонка, Комсомолка, Мисовка, Вікторія, Юкунда, Чудо Кетена, Ананасна біла, Ананасна рожева, Суперник, Делікатес, Рошинська, Луїза, а також інші сорти, у яких ягоди великого або середнього розміру, яскравого забарвлення, із щільною, смачною й ароматною м'якоттю.

Полуниці: Шпанка, Міланська тощо.

Малина: Мальборо, Волжанка, Усанка, Вічнородюча, Новина Кузьміна, Біла Спирина, Шпанка, Турнор, Слава Півночі, Мічурінська тощо. Для заморожування придатна малина, що має великого та середнього розміру ягоди щільної консистенції (не розсипаються на супліддя як при збиранні, так і переробленні), яскравого забарвлення, ароматні.

Ожина: Рясна, Польова тощо.

Чорна смородина: Лія родюча, Неаполітанська, Слава Ленінграда, Юр'євка, Волжанська, Дижанська, Голіаф, Берендєєвка, Босконський велетень, а також інші сорти, що мають великі плоди з приємним ароматом, тонкою шкірочкою й невеликим віночком.

Червона смородина: Фея родюча, Північна зірка, Чулковська, Голландська, Версальська, Урожайна й Брускова. Рекомендуються також інші сорти червоної смородини –

великоплідні, інтенсивного червоного забарвлення, що не обсіпаються із грон, з насінинами невеликого розміру.

Біла смородина: Версальська біла, Булонська тощо. Біла смородина заморожується тільки з цукровим сиропом.

Агрus: Варшавський, Виноградний, Іванівський, Білий коваль, Веселий друкар тощо. Агрus придатний для заморожування на десерт тільки тоді, коли набуває властивого йому забарвлення – червоного, жовтого або зеленого.

Виноград: Шасла білий, Чауші, Шабаш, Мускат олександрійський, Ізабелла, Аліготе, Каберне, Кримський чорний, Португайзер тощо. Істотні результати отримано при заморожуванні без цукру винограду темного забарвлення сорту Кизлярський. Світло-забарвлені сорти винограду для заморожування без цукрового сиропу непридатні.

Якість замороженого винограду залежить значною мірою від його хімічного складу: чим більше міститься в ньому сухих речовин і цукру, тим вищою є якість.

Вишня: Владимирська, Шубінка, Мічуріна родюча, Анодольська, Кентська, Подбельська, Євгенія, Мономах, Вороб'ївка, Лутова, Ювілейна Мічуріна, Шпанка тощо; придатні для заморожування також сорти, що мають великі м'ясисті, темного або рожевого забарвлення плоди з достатньою кислотністю й цукристістю.

Черешня: Велетенська, Білобока рання, Люція жовта, Наполеон червоний і рожевий, Дрогана жовта, Денисена жовта, Одеська чорна тощо; придатні для заморожування сорти черешні, що мають великі темно-червоні м'ясисті й смачні плоди. Не рекомендується заморожувати без цукру світло-забарвлені сорти черешні.

Сливи: Угорка Ажанська, Угорка домашня, Ганна Шпет, Ячна жовта, Вікторія, Мірабель Нансі, Ренклюд звичайний, Ренклюд Альтана, Ренклюд фіолетовий, Ренклюд зелений, Рання синя, Велетенська, Угорка італійська, Ізюм Ерик, Ніагара, Терн, Угорка місцева тощо; найбільш придатними є сорти, що мають смачні м'ясисті плоди гарного забарвлення. Для заморожування без

цукрового сиропу світло-забарвлені сорти слив (зелені або жовті) непридатні, тому що при заморожуванні вони буріють.

Яблука: Папіровка, Грушівка, Коричне, Боровинка, Чорне дерево, Кальвіль білий літній, Антонівка, Російський Розмарин, Апорт, Аркад Китайка, Аніс, Китайка Санина, Бабусине тощо.

Груші: Дойсене, Безсім'янка, Лимонка, Бере-Александр тощо.

Персики. Для заморожування рекомендуються сорти жовтом'ясисті. Найбільш придатними є сорти: Хидиставський білий, Нікітський, Олександр, Золотий Ювілей та інші.

Абрикоси: Нікітський, Червоний партизан, Ананасна, Великоплідна, Червонощокій, Амброзія, Угорський.

Аналогічно до плодоягідних культур, не всі види овочів придатні для заморожування з точки зору збереження смаку, запаху, консистенції, кольору, споживчих і біологічних якостей отриманих готових продуктів. Зарубіжний та вітчизняний досвід свідчить про те, що найкраще зарекомендували себе для заморожування так овочі:

Капуста цвітна: Роба, Соллюкс консиста, Маркт.

Капуста брюссельська: Розамунде, Меркатор.

Капуста спаржева (броколі): Гном, Деліката, Тонус.

Морква: Шантене, Нантська, Ланге роте, Каротан, Ріга, Ред Кор.

Квасоля стручкова: Ютта, Саксанова, Ремус, Ольга.

Зелений горошок мозковий: Пілот, Дезі, Герма, Германова, Віола, Смарагд, Переможець.

Картопля: Багряна, Бородянська рожева, Українська рожева.

Буряк столовий: Моналіза.

Перець стручковий солодкий: Антей, Сонечко, Ластівка, Айвенго.

Помідори: Білий налив, Бичаче серце, Ракета.

1.7. Аскорбатооксидаза як антиаліментарний чинник і критерій біологічної цінності плодовоовочевої сировини

Здійснюючи підбір плодовоовочевих культур, придатних для заморожування та тривалого зберігання, ми традиційно виходили, передусім, з аналізу біохімічного складу сировини як джерела основних нутрієнтів, враховуючи енергетичні резерви, наявність білків, вуглеводів, вітамінів, мінеральних елементів тощо. І на підставі такого аналізу обрали ряд об'єктів досліджень.

Разом з тим, російській академік О. Покровський ще в 70-і роки минулого століття, спираючись на праці академіків О. Несмеянова та М. Шемякіна, звернув увагу на більш широкий діапазон компонентів харчової сировини та продуктів з неї, і запропонував розглядати їх як композицію досить складних і різноманітних у своїх фармакологічних ефектах сполук.

І якщо макро- і мікронутрієнти ми відносимо до харчових сполук, то ряд речовин, які не є необхідними для життєдіяльності організму людини, які не використовуються ні для отримання енергії, ні для побудови клітинних структур, ні для процесів біосинтезу, було названо **неаліментарними** сполуками (нехарчовими, антихарчовими) [19, 82].

Відтоді минуло понад 40 років, а клас неаліментарних сполук і на сьогодні вивчено недостатньо, хоча теоретичні розвідки свідчать про те, що він досить великий і його обов'язково потрібно враховувати, розробляючи інноваційні технології харчових продуктів, особливо профілактичного і оздоровчого призначення.

Сучасна біологічна і медична література, на підставі робіт О. Покровського, Б. Петровського, Д. Тимакова, підкреслює, що саме серед неаліментарних сполук найбільшою мірою присутні носії токсичних властивостей, що саме вони є попередниками мутагенних, тератогенних і канцерогенних речовин, які призводять до формування і розвитку широкого спектру хвороб, передусім алергійних та онкологічних [39, 40, 41].

Тому, обираючи об'єкти плодово-овочевої сировини для заморожування, ми вирішили оцінити її також і на наявність

окремих неаліментарних сполук. Оскільки ми розглядаємо рослинну сировину, перш за все, в якості природного джерела вітамінів, нас цікавлять антиаліментарні сполуки, здатні пригнічувати чи зовсім нейтралізувати активність певних вітамінів.

Таким сполукам присвячено значну кількість наукових праць, опублікованих у 50-80-ті роки минулого століття. Їх автори (В. Туманов, 1959; М. Островський, 1973; І. Єфремов, 1976; О. Покровський, 1976; W. Wooly, 1959; R. Somogyi, 1973) давали різне визначення терміну “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. Сомодї: “Антивітаміни це сполуки, здатні зменшувати або повністю ліквідувати специфічний ефект вітамінів, незалежно від механізму їхньої дії” [91].

Тобто, 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 нас цікавить передусім специфічний фермент **аскорбатоксидаза** [42]. 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 оброблення сільськогосподарської сировини.

Деякі автори підкреслюють важливість таких антивітамінів, як піридин-3-сульфокислота (антагоніст вітаміну РР), дикумарин (антагоніст вітаміну К), аміноперин (антагоніст фолієвої кислоти), тіаміназа (антагоніст тіаміну) тощо. Проте для наших досліджень все ж найбільше значення має аскорбатоксидаза, оскільки всі інші

антивітаміни, за літературними даними, виявляють свій негативний вплив уже на рівні шлунково-кишкового тракту, особливо у складі певних видів мікроорганізмів, тому технологічно ми не можемо впливати на них [43].

1.7.1. Визначення вітамінного складу плодоовочевої сировини. Користуючись відомими методиками, ми визначили вміст основних вітамінів у певних видах плодоовочевої сировини, обраної для досліджень, та вміст аскорбатоксидази.

Отримані дані свідчать про те, що в обраних об'єктах синтезується значна кількість життєво важливих вітамінів, що правда у різних кількостях. А щодо вітамінів, які у вищих рослинах не синтезуються (наприклад вітамін А), то в них утворюються провітаміни, в даному випадку – це β -каротин. Вміст β -каротину може досягати досить високих значень – 13,6 мг% для шпинату, 9,4 мг% – для моркви. В найбільших концентраціях у досліджених об'єктах міститься аскорбінова кислота.

У ягодах чорної смородини, наприклад, її вміст складає 320 мг%. За літературними даними розбіжність у кількостях вітаміну С для ягід чорної смородини різних сортів знаходиться в інтервалі 49,8...389 мг% [44]. Тому при виборі плодоовочевої сировини в якості високовітамінних джерел необхідно проводити ретельний аналіз в межах певних класів і родин і обирати саме тих представників, що містять найбільшу кількість вітамінів.

До таких представників відносяться апельсини, вишні, лимони, помідори, капуста, шпинат і, певною мірою, картопля. Хоча вміст аскорбінової кислоти в картоплі невеликий, проте середньостатистичний українець споживає протягом року близько 100 кг картоплі, і завдяки цьому даний харчовий продукт є непоганим джерелом вітаміну С. Слід пам'ятати, що він надзвичайно термолабільний.

Плодоовочева сировина є важливим джерелом і інших вітамінів. Ягоди чорної смородини, морква і шпинат багаті на β -каротин (2,8; 9,4; 13,6 мг% відповідно) та на вітамін РР. Останній бере участь у реакціях клітинного обміну, в білковому обміні і

підвищує ступінь використання в організмі рослинних білків, нормалізує секреторну функцію шлунка тощо [45].

З точки зору технології перероблення рослинної сировини на готові продукти вітамін РР представляє інтерес своєю стійкістю до зовнішніх впливів при зберіганні та кулінарному обробленні продуктів (температура, світло, кисень, повітря, лути).

Вітамінів В₁ і В₂ у досліджених видах сировини небагато. Хоча і добова потреба організму в них теж невелика – 1,3 мг вітаміну В₁ і 1,6 мг вітаміну В₂. Загалом всі види харчової сировини відзначаються невеликими кількостями цих вітамінів, в тому числі і тваринна. Та зважаючи на досить високі рівні споживання плодоовочевої сировини, можна прогнозувати, що людина отримує необхідну добову потребу тіаміну та рибофлавіну. При підвищених температурах ці вітаміни втрачають свою активність.

На порядок вищим у досліджених об'єктах виявився вміст вітаміну В₃ (пантотенової кислоти). Саме цей вітамін справляє нормалізуючий вплив на нервову систему, функції наднирників і щитоподібної залози. Під впливом високих температур інтенсивно розкладається.

Значна кількість у складі плодоовочевої сировини припадає також на фолієву кислоту – від 0,024 мг% у персиках до 0,095 мг% в апельсинах (добова потреба у фолієвій кислоті складає 200...400 мкг). Фолієва кислота бере участь в обміні та синтезі амінокислот, синтезі нуклеїнових кислот, стимулює кровотворну функцію кісткового мозку, поліпшує засвоєння вітаміну В₁₂. Вона дуже нестійка до дії підвищених температур.

Виконані нами дослідження підтвердили результати інших авторів щодо відсутності у плодоовочевій сировині ціанокобаламіну (вітамін В₁₂). Проте цього вітаміну достатньо у молоці, молочних продуктах, яйцях.

Таким чином, порівняльна характеристика результатів вмісту вітамінів в окремих видах плодоовочевої сировини свідчить про те, що всі об'єкти дослідження містять широкий спектр водорозчинних вітамінів і β-каротин. За вмістом вітамінів групи В отримані цифри

зіставні з тими кількостями, що виявлені в молочних та деяких м'ясних продуктах, у зернових і зернобобових культурах.

І це є важливою характеристикою обраних нами об'єктів досліджень. Сучасні дані в галузі вітамінології виявили додаткові надзвичайні властивості вітамінів групи В. Наприклад, вітамін В₂ утворює кофермент, котрий, сполучаючись із десятьма білками, започатковує відповідне число ферментів з найрізноманітнішими фізіологічними функціями.

Сьогодні також доведено, що жодна жива клітина мікроорганізмів, вищих рослин чи тварин не може існувати за відсутності біохімічної системи, до складу якої входить вітамін В₂. Це і зрозуміло, бо там, де є життя, має бути дихання, мають бути ферментативні системи, в яких цей вітамін виконує окислювально-відновні функції.

Вітамін В₁ входить до складу активної групи ферменту карбоксилази, під дією якого здійснюються біологічні дії піровиноградної кислоти, що є джерелом утворення амінокислот, альдегідів, органічних кислот (у тому числі жирних), необхідних для нормальної життєдіяльності організму людини.

Зі всіх визначених вітамінів найбільшими кількісними показниками відзначається група біофлавоноїдів – вітамін Р. До речі, щодо питання, чи можна визнавати біофлавоноїди вітамінами досі в науковій літературі побутують різні думки. Деякі автори висловлюють сумнів щодо вітамінної природи біофлавоноїдів, аргументуючи це тим, що вони містяться лише в рослинних тканинах.

На думку цих авторів, флавоноїди справляють лише фармакологічну дію [46]. Інші автори вважають доведеною вітамінну природу флавоноїдів, оскільки вони є постійними і досить вагомими компонентами фруктів, ягід, овочів та інших рослинних матеріалів [47]. Отже їх можна визнати необхідною ланкою в процесах метаболізму.

Доведено, що ефект дії флавоноїдів на капіляри досягає найбільшої інтенсивності при одночасному введенні аскорбінової кислоти [48]. Детально вивчаючи вплив флавоноїдів на окислення

вітаміну С, І. Давідек [49] показав, що вони захищають останній від окислення, каталізованого іонами металів змінної валентності. Механізм дії флавоноїдів при цьому полягає, очевидно, у блокуванні каталітичного впливу іонів металів шляхом зв'язування їх у стабільні комплекси.

Цікавою виявилась здатність флавоноїдів сприяти економному витрачання аскорбінової кислоти в живому організмі [50]. Відновлюючи дегідроаскорбінову кислоту і сприяючи зворотності її перетворення в аскорбінову кислоту, біофлавоноїди таким чином зберігають її для організму. Існує навіть припущення, що ці обидва види есенціальних нутрієнтів у живих організмах знаходяться у вигляді комплексу [51].

Згідно з даними таблиці 2.4, високий рівень біофлавоноїдів, в основному, збігається з високою С-вітамінною активністю. Так, об'єкти дослідження з максимальним вмістом аскорбінової кислоти – чорна смородина, лимон, шпинат – мають і найбільшу кількість біофлавоноїдів (відповідно 1520, 680 і 635 мг%). Хоча такий збіг, очевидно, не є закономірністю. Наприклад, апельсини містять 53 мг% вітаміну С і 430 мг% біофлавоноїдів, а виноград при концентрації біофлавоноїдів 475 мг% містить всього 3,9 мг% вітаміну С.

1.7.2. Порівняльний вміст аскорбатоксидази та вітаміну С у сировині. В таблиці 2.2 наведено вміст ферменту аскорбатоксидази у співставленні з концентрацією аскорбінової кислоти для тих же видів плодоовочевої сировини.

З даних таблиці 2.2 видно, що аскорбатоксидаза міститься в усіх досліджених овочах, деяких видах фруктів (груша, персик) і у винограді. Цікавим виявився той факт, що ягоди чорної смородини з найбільшим вмістом аскорбінової кислоти (195...410 мг%) зовсім позбавлені антиаліментарного ферменту, а шпинат відзначається найвищою концентрацією аскорбатоксидази, хоча містить в середньому 32...68 мг% вітаміну С.

Загалом, порівняльний аналіз отриманих даних свідчить про відсутність якоїсь певної закономірності між вмістом аскорбінової кислоти та активністю аскорбатоксидази у рослинній сировині.

Викликає подив, що аскорбатоксидаза, яка каталізує реакцію окислення аскорбінової кислоти в дегідроаскорбінову і потім в дикетогулонову кислоту, знижуючи або зовсім нівелюючи біологічну активність вітаміну С, досі не знайшла глибокого вивчення на сучасному рівні.

Таблиця 2.2

Вміст аскорбінової кислоти та аскорбатоксидази
у плодоовочевій сировині

Найменування сировини	Аскорбінова кислота, мг% до маси сирого матеріалу	Активність аскорбатоксидази, мг% окисленої аскорбінової кислоти за 1 хв на 1 г сирого матеріалу
Фрукти, ягоди		
Апельсини	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		
Помідори	21...44	0,08
Морква	4,2...9,8	2,13
Картопля	17...39	1,18
Капуста	36...62	1,40
Шпинат	32...68	14,7

Ми користуємось результатами досліджень, здійснених ще Сент-Дьйорді, який у 1928 році виділив даний фермент з насіння огірків і встановив, що це білок, який містить 0,25% міді.

Потім біохімічні і кінетичні характеристики аскорбатоксидази детально вивчали В. Енгельгардт та В. Букін і описали отримані результати в 1957 р. Саме ці вчені довели високий ступінь термолабільності дегідроаскорбінової кислоти – навіть за нейтральної реакції нагрівання розчину цієї кислоти до 60 °С протягом 10 хв. викликає повне руйнування дегідроформи, а при 100 °С цей процес відбувається миттєво. При лужній реакції середовища дегідроаскорбінова кислота дуже швидко руйнується вже при кімнатній температурі [52].

Ці дані дають можливість зробити висновок, що накопичення дегідроаскорбінової кислоти в рослинній сировині від впливом аскорбатоксидази призводить до втрати вітамінної цінності плодів, ягід, овочів щодо вітаміну С.

В роботах В. Букіна, виконаних ще в 1940 р., встановлено, що у досить поширених видах харчової сировини містяться значні концентрації аскорбатоксидази. Так, в огірках її кількість становить 80,0 мг%, в кабачках – 57,7 мг%, в капусті 19,8 мг%, в петрушці – 15,7 мг% [52].

Тому, готуючи овочеві суміші для заморожування, не варто поєднувати зазначені матеріали з помідорами, цибулею, перцем, капустою кольрабі, які позбавлені аскорбатоксидази.

Отримані експериментальні дані і результати досліджень інших авторів використано при розробленні нової технології заморожування окремих видів плодоовочевої сировини та їх сумішей.

1.8. Загальна характеристика та підбір ефективних кріопротекторів

У комплексі досліджень із розроблення нової технології свіжозамороженої плодоовочевої продукції на першому етапі стоїть сортовідбір сировини.

Із наведених вище матеріалів зрозуміло, що при виборі рекомендованих сортів необхідно враховувати їх придатність до промислового заморожування (високий вміст сухих речовин, цукрів, аскорбінової кислоти, біофлавоноїдів, пектинових речовин, органолептичні показники, харчова та біологічна цінність, фармакологічний вплив) [66, 67, 72].

Ми запропонували також у якості одного із критеріїв оцінки плодоовочевої сировини визначення вмісту антиаліментарного ферменту аскорбатоксидази для запобігання створенню композицій плодоовочевої продукції з високим вмістом одночасно аскорбінової кислоти та аскорбатоксидази.

На наступному етапі роботи визначено основні біохімічні показники обраної для досліджень сировини; кількісні і якісні зміни цих показників в процесі заморожування, тривалого зберігання та дефростації.

Отримані результати дають можливість диференційовано підійти до обраної плодоовочевої сировини, а саме: відібрати **першу групу** біологічних об'єктів, які можна заморожувати і отримувати високоякісну продукцію без використання кріопротекторів; **другу групу** складають плодоовочеві матеріали, заморожування яких із використанням кріопротекторів забезпечує необхідний ступінь кріорезистентності рослинних тканин при низькотемпературних впливах; виявилася і **третя група** матеріалів, при заморожуванні яких важко досягти необхідного рівня холодової адаптації тканин навіть при використанні кріопротекторів, тому такі сорти рекомендовано до консервування іншими традиційними методами.

Одним із основних етапів розроблення нової технології є підбір та апробація кріопротекторів (натуральних і синтетичних) на ґрунті аналізу їх ефективності при заморожуванні клітин та тканин у кріомедицині, кріобіології тощо, і адаптація певних закономірностей, отриманих у цих галузях знань, до умов харчових середовищ і харчових технологій.

Кріопротекторами називають сполуки, які здатні запобігати розвиткові ушкоджень біологічних об'єктів при їх заморожуванні і подальшому відігріванні [61].

До ефективних кріопротекторів відносять сполуки, які належать до різних класів хімічних речовин: спиртів, амідів, оксидів, штучних полімерів [77, 92].

Загальними властивостями кріопротекторів є наявність у їхній структурі полярних молекул, здатних взаємодіяти як із молекулами води, металами, солями, так і з компонентами мембран і біополімерами.

Важливою властивістю кріопротекторів є також їхня здатність впливати на процеси кристалізації, сприяючи формуванню дрібнокристалічного льоду, котрому не властиві сильні поля напруг [93]. Зміна структури льоду під дією кріопротекторів знижує ступінь механічного впливу на цитоплазматичні структури та мембрани.

Неодмінною вимогою до кріопротекторів є їхня здатність швидко проникати в клітину і легко видалятися з неї – для того, щоб зменшити осмотичні ефекти при заморожуванні та відмиванні кріопротектора [82, 92, 93].

У присутності кріопротектора виморожування фракції води з кріозахисного середовища перебігає в широкій температурній зоні й завершується при концентрації невимерзлої води до 20...30%. При збільшенні вихідного (до заморожування) вмісту кріопротектора у середовищі зв'язування солей та інших речовин збільшується, що перешкоджає їх концентруванню до критичних, згубних для клітини величин.

Отже, у присутності кріопротекторів солі або зовсім не концентруються до ушкоджуючих меж, або ж ці межі досягаються в зоні температур, при яких ушкодження розвиваються повільно [29, 31, 32].

За літературними даними до спектру досліджуваних кріопротекторів ми включили такі сполуки.

- 3 групи **одноатомних спиртів** – етанол;
- 3 групи **багатоатомних спиртів** – гліцерин, сорбіт;
- 3 групи **вуглеводів** – глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза;
- 3 групи **оксидів** – диметилсульфоксид (ДМСО);
- 3 групи **амінокислот** – гліцин;
- 3 групи **органічних кислот** – лимонна;

З групи **полімерних сполук** – декстрин, гідроксиетилкрохмаль (ГЕК);

З групи **білків** – желатин;

З групи **солей** – хлористий магній, сульфат натрію, цитрати натрію і калію.

Також використано комбінації кріопротекторів із числа перерахованих.

Таким чином, обрані для досліджень кріопротектори охоплюють основні класи органічних і мінеральних сполук, кріозахисну дію яких при заморожуванні клітин і тканин людини і тварин було досліджено відомими зарубіжними і вітчизняними вченими, починаючи з 50-х років минулого століття (А. Carrow, J. Lovelock, J. Dobbler, J. Rostan, K. Polge, Au. Smith, D. Bishop, D. Robson, M. Whither, М. Максимов, А. Бернштейн, О. Білоус, В. Грищенко, М. Пушкар).

J. Lovelock (1954 р.) запропонував класифікувати відомі на той час кріопротектори на непроникаючі (екзоцелюлярні), проникаючі (ендоцелюлярні) та змішаного типу.

Непроникаючі протектори діють ззовні клітин, утворюючи навколо плазматичної мембрани своєрідну оболонку і сприяючи, таким чином, формуванню дрібнокристалічного льоду.

Проникаючі кріопротектори викликають зв'язування частини поза- і внутрішньоклітинної фракцій вільної води, внаслідок чого її кристалізація сповільнюється, а концентрація електролітів поза і всередині клітини знижується. У зв'язку з цим проникаючі кріопротектори називають **пасиваторами** процесу ініціювання кристалоутворення [72, 94].

Із обраних нами для досліджень кріопротекторів до проникаючих відносяться: гліцерин, сорбіт, етанол, ДМСО, гліцин, солі. До непроникаючих відносяться гідроксиетилкрохмаль та інші полімерні сполуки.

Такий широкий спектр досліджуваних кріопротекторів дасть можливість оцінити вплив кожного із них і рекомендувати для розроблюваної холодової технології найбільш ефективні.

Слід зазначити, що серед достатньо великої кількості різноманітних хімічних сполук – кріопротекторів на практиці в медицині найчастіше використовують гліцерин, 1,2-пропандіол, ДМСО, диметилацетамід. Етиленгліколь, хоча і є активним кріопротектором, добре проникає в клітини, однак він токсичний на клітинному рівні.

Для вибору кріопротекторів у процесах заморожування плодоовочевої сировини слід також урахувати основні вимоги до кріопротекторів, оскільки йдеться про безпеку харчових продуктів для споживача. Кріопротектори мають бути нетоксичними, добре розчинятись у воді та розчинах електролітів, знижувати кількість вимороженої води при кожній даній температурі і повністю запобігати кристалізації води з евтектичної суміші «кріопротектор – вода».

Критерієм оцінки впливу захисних сполук на кріорезистентність тканин плодоовочевої сировини обрали величину вологовіддачі та вміст аскорбінової кислоти в заморожених продуктах. Саме останній показник включено до спектру об'єктивних показників якісної оцінки заморожених рослинних продуктів у США (програма ТТТ) як обов'язковий, оскільки вітамін С є найбільш термолабільною сполукою, нестійкою до фізичних і механічних впливів.

1.9. Індустрія та ринок заморожених продуктів в Україні

За даними щотижневого бюлетеня "Агроогляд: овочі та фрукти" (з посиланням на офіційну статистику), виробництво заморожених овочів в Україні в 2010 р. збільшилось у 12 разів. Тобто, в минулому році обсяги національного виробництва зросли з 588 до 7103 т.

Заморожують плоди та овочі 15 компаній, а лідерами за обсягами випуску стали ЗАТ "Фрау Марта", ТОВ "Краса", ТОВ "Арти" та ТОВ «Грон», які забезпечили 95% національного виробництва цієї продукції.

Абсолютним лідером стало підприємство ЗАТ "Фрау Марта" (Черкаси) з показником 5,9 тис. т (або 83% національного виробництва). «Фрау Марта» є спільним проектом російських інвесторів та Європейського банку реконструкції і розвитку. Підприємство випускає заморожені овочі: зелений горошок, солодку кукурудзу, перець, цвітну капусту, броколі, цибулю. На експорт іде 95...97% продукції.

ТОВ «Краса» (Херсон) створено у 2002 році. Спеціалізується на заморожуванні ягід, кісточкових, баштанних культур. З 2005 р. реалізує продукцію під торговельною маркою «Дарус».

ТОВ «Арти» (Харків) відзначається високоякісними свіжозамороженими сумішами для перших та других страв, фруктовими сумішами.

ТОВ «Грон» (Дніпропетровськ). Компанію засновано у 2004 р., і її вважають експертом у виробництві та реалізації заморожених продуктів – ягід, фруктів, овочів у широкому асортименті, грибів.

Останнім часом набуває популярності продукція компанії «Сіріус-Агро» (Звенигородський район Черкаської області, с. Водяники). Компанія спеціалізується на вирощуванні, фасуванні, заморожуванні плодів і ягід та їх реалізації. Загальна площа полів для вирощування становить 1100 га.

У червні 2008 р. відкрито завод для шокового заморожування фруктів і ягід. Проектна потужність виробничих ліній заморожування продукції становить 5500 т / рік. На сьогодні завод цієї компанії вважається одним із найкращих і найпотужніших у Європі. Його продукцію сертифіковано і підтверджено Центром стандартизації й метрології України.

Відомо, що доброякісну продукцію можна отримати лише з якісної сировини. І з цієї точки зору доцільно зазначити, що компанія «Сіріус-Агро» має особливий підхід до вирощування фруктово-ягідної сировини. Передусім ця особливість полягає в тому, що при вирощуванні використання інсектицидів та гербіцидів зведено до мінімуму, тому отримана сировина є екологічно чистою і безпечною для споживача.

Науково обґрунтовані всі етапи технологічного ланцюжка від збирання врожаю до зберігання готової продукції. Так, сировину з місця збирання на завод доправляють у мінімальний термін – перевезення триває не більш ніж 2 год., щоб ягоди і фрукти не втратили кондиції.

На заводі сировину розміщують у камері попереднього охолодження, де вона зберігається при температурі 5 °С.

Особливістю технології, що використовується на цьому заводі, є шокове заморожування сировини. На сьогодні його розглядають як інноваційний підхід у холодових технологіях. Сутність шокового заморожування полягає в тому, що процес відбувається протягом 15...20 хв. при температурі –35...–40 °С.

Вивчені механізми кристалізації води, в тому числі у рослинних об'єктах [73, 75, 95, 96, 97, 98, 99], свідчать про те, що при такому швидкому заморожуванні утворюються дрібні кристали льоду, які практично не ушкоджують клітинні оболонки фруктів та ягід. Завдяки цьому при дефростації замороженої сировини втрати клітинного соку зведено до мінімуму, і споживач отримує продукт високої біологічної цінності.

За альтернативними даними, отриманими від операторів ринку, виробництво плодів та овочів глибокого заморожування в Україні зросло максимум у 5,5 разів – із 1,4 тис. до 7,5...8,0 тис. т (різниця у цифрах зумовлена недосконалістю системи збору статистичних даних у вузьких галузях вітчизняної промисловості).

Обсяг імпорту склав понад 3 тис. т. Таким чином, основна частина плодоовочевої продукції реалізується в Україні у вигляді заморожених овочевих сумішей. На їх частку (у тому числі й з добавками м'яса й морепродуктів) припадає не менш ніж 80%, на моноовочі – близько 15%, на фрукти та ягоди – до 5% всієї замороженої продукції.

Українські виробники конкурують як із вітчизняними, так і з зарубіжними компаніями – польськими (торговельні марки Hortex, Hortino, Felco), угорськими (Felco, Globus), французькими (Bonduelle) і бельгійськими (Emborg, Dujardin).

При цьому вітчизняні виробники конкурують в основному за ціною, зарубіжні – за асортиментом, «екзотичними» сумішами і сталістю пропозиції. На сьогодні лише продукція польських фірм за рядом найменувань (капуста, спаржа) зрівнялася з рівнем цін українських аналогів; інші закордонні марки демонструють ціни на 20...50% вищі.

За дизайном упаковки, якістю самих плодів і досконалістю технологій заморожування вітчизняні виробники практично зрівнялися зі своїми закордонними колегами. Також український виробник забезпечує наявність своїх продуктів у великих точках продажу.

Віднедавна українські компанії освоїли також випуск заморожених овочево-м'ясних та овочево-рибних сумішей, а також ягідної продукції, що ефективно конкурує із закордонною за ціною, при тому ж рівні якості. До альтернативи можна віднести й заморожену солодку кукурудзу в качанах.

Разом з тим, згідно з визнанням українських операторів ринку, ще не всі дистриб'ютори й оптовики гарантують збереження температурного режиму в процесі транспортування продукції від виробника до роздрібного торговця. Та й у торговельних спостерігається невідповідність температурних режимів зберігання продукції, в результаті чого вона втрачає товарний вигляд і споживчі якості.

Як зазначалося вище, ємність українського ринку замороженої плодовоовочевої продукції у сезон 2010 року склала приблизно 6 тис. т, без врахування частки картоплі й овочів на вагу (у ящиках і мішках по 6...10 кг), які призначаються для промислового перероблення. За прогнозами, споживчий ринок свіжозамороженої продукції, з урахуванням картоплі, зростатиме незначно (близько 10%), а загальний збільшиться до 7,0...7,5 тис. тонн.

Заморожена картопля – більш ніж популярний продукт у закладах громадського харчування. Вони сьогодні в Україні є основними споживачами замороженої картоплі й овочевих сумішей. Лише фрукти і ягоди, внаслідок незначного попиту, заклади

громадського харчування закупають майже в п'ятеро менше, ніж у роздрібній торгівлі.

Сегмент свіжозамороженої плодогідної продукції становить в Україні лише близько 5% загального ринку. Дослідники вважають, що ця продукція на ринку малопопулярна з тієї причини, що практично кожен господар успішно заморожує ягоди в домашньому холодильнику. Це дозволяє заощаджувати до 50% витрат – свіжі ягоди коштують в 1,5...2 рази менше, ніж заморожені.

На прикладі аналізу діяльності провідних підприємств «Фрау Марта», «Грон», «Краса», «Арти» очевидним є те, що сьогодні в українській індустрії заморожених плодів та овочів на перший план виходить орієнтація на закордонні ринки. Експорт заморожених плодів з України за останні 5 років значно збільшився і склав, згідно зі статистичними даними, близько 3600 т. Найбільш популярною товарною групою є овочеві суміші.

Серед критеріїв, що визначають вибір замороженої плодоовочевої продукції покупцем, основними є популярність марки. Потім звертають увагу на ціну продукту та його смакові якості.

ВИСНОВКИ

1. Фрукти, ягоди та овочі є багатими природними джерелами аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук, есенціальних мінеральних елементів, інших біологічно активних речовин, завдяки чому їх необхідно широко використовувати в раціонах харчування. Особливо важливими є природні матеріали, що поєднують у своєму складі достатню кількість аскорбінової кислоти з високим вмістом Р-активних речовин, оскільки обмін біофлавоноїдів безпосередньо пов'язаний з обміном аскорбінової кислоти, і цей механізм є природним регулятором більшості фізіологічних процесів в організмі людини.

2. Вивчення речовин, що мають Р-вітамінну активність, останнім часом набирає дедалі більшого значення. Це пояснюється фізіологічною дією біофлавоноїдів: вони змінюють стінки кровоносних судин і регулюють їхню проникність; сприяють накопиченню та ефективнішому використанню аскорбінової кислоти; виступають активними антиоксидантами і завдяки цьому знаходять ширше використання у медичній практиці при лікуванні хвороб, пов'язаних з порушенням функції судинної системи, а також у харчовій промисловості при виробництві інноваційних харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії.

Для цілорічного забезпечення населення України високовітамінною плодоовочевою продукцією необхідно розробляти нові технології її ефективного консервування. На сьогодні найбільш прогресивним методом консервування плодоовочевої сировини є її заморожування та, за необхідності, сублімаційне сушіння. У заморожених плодах та овочах основні компоненти сировини зберігаються набагато краще, ніж при консервуванні будь-яким іншим методом. Готові вироби та напівфабрикати відзначаються високою біологічною та харчовою цінністю завдяки практично повному збереженні вітамінів, поліфенольних сполук, амінокислот, мінеральних елементів. За органолептичними показниками – смаком, ароматом, кольором, зовнішнім виглядом – заморожені плоди та овочі практично не відрізняються від свіжих.

3. На сьогодні в багатьох країнах світу швидко розвиваються холодильні технології, зростають обсяги виробництва заморожених продуктів, особливо плодів та овочів. Сучасні швидкоморозильні апарати, фасувальне та інше обладнання характеризуються високим ступенем автоматизації і великою продуктивністю.

4. У цілому в розвинених країнах накопичено значний теоретичний та практичний досвід виробництва швидкозаморожених продуктів. В Україні низькотемпературні технології свіжозамороженої харчової продукції не досягли ще бажаного рівня як за обсягами виробництва, так і за його апаратним обладнанням.

5. Наведені в роботі результати дають можливість виділити найбільш перспективні види плодовоовочевої сировини для заморожування, як із точки зору значного вмісту в ній біологічно активних речовин, так і з позицій захисту структури тканин, здатних протистояти кріоушкодженню при низьких температурах.

6. При охолодженні і особливо заморожуванні рослинної сировини властивості води, що підтримують у фізіологічних умовах нативну конформацію біомакромолекул, дуже змінюються. Тому з'ясування ролі води в структурній стабільності охолоджених до 0 °C або заморожених клітин рослинних матеріалів є важливим для розуміння механізмів кріоушкодження клітин, їхньої зворотності в циклі кріоконсервування сировини і розроблення ефективних засобів кріозахисту.

7. При розробленні технології кріоконсервування плодовоовчевої сировини необхідно передбачити часткову дегідратацію рослинних клітин для концентрування розчину біополімерів у фракції зв'язаної води, котра має досить низьку кріоскопічну точку.

8. При заморожуванні біологічних об'єктів згубними чинниками для клітин є виникнення і ріст внутрішньоклітинних кристалів льоду. Тому в практичних умовах кріоконсервування клітинних суспензій людини і тварин, різноманітних тканин і

органів, репродуктивних клітин рослин тощо використовують багатоетапні програми заморожування, спрямовані на поступове зневоднення клітин і зниження рівня ушкоджуючого впливу фізико-хімічних чинників на біооб'єкти.

З цією ж метою широкого розповсюдження набуло використання різноманітних складних середовищ, кріопротекторів, мембранних та метаболічних стабілізаторів. Тому перспективним є застосування в холодильних технологіях недорогих і ефективних кріопротекторів (у тому числі природних), здатних підтримувати цілісність клітин плодоовочевої сировини в циклах заморожування – зберігання – відігрів, що забезпечує високу якість і біологічну цінність харчової продукції.

9. Заморожування рослинних матеріалів під захистом кріопротекторів відчутно гальмує розвиток внутрішньоклітинного льодоутворення, оскільки кріопротектори здатні модифікувати структуру рідкої фази і характер кристалізації води. Завдяки цьому лід, який формується, має дрібнокристалічну структуру зі слабкими полями напруженості й не здатний руйнувати рослинні клітини.

10. Загальними властивостями кріопротекторів є наявність у їхній структурі полярних молекул, здатних взаємодіяти як із молекулами води, іонами металів, так і з компонентами мембран і біополімерів. Зміна структури льоду під впливом кріопротекторів знижує ступінь руйнівного механічного впливу на рослинні тканини при заморожуванні і втрати клітинного соку та розчинених БАР при дефростації замороженої продукції.

11. Для підвищення кріорезистентності рослинних клітин плодоовочевої сировини до дії низьких температур у розпорядженні технологів є широкий спектр апробованих у кріомедицині та кріобіології протекторів проникаючої та непроникаючої дії з класу спиртів, амінокислот, білків, вуглеводів та полімерних сполук. Результати останніх досліджень свідчать про підвищення ефективності кріозахисту рослинних клітин за рахунок використання комбінованих сумішей кріопротекторів.

12. Подальший прогрес у галузі розроблення холодових технологій для харчової промисловості, пов'язаних із заморожуванням біологічних об'єктів різного ступеня складності під захистом штучних і природних кріопротекторів, здійснюється на основі вивчення як механізмів кріоушкоджень тканин рослинної сировини та методів їх запобігання, так і особливостей взаємодії біокомпонентів сировини з кріопротекторами на молекулярному і клітинному рівнях.

13. Поєднання цих двох напрямів – розкриття механізмів кріоушкоджень у широкому температурному діапазоні в процесах заморожування і зберігання замороженої продукції та взаємодії кріопротекторів з БАР на молекулярному рівні – дає можливість розробити раціональну технологію свіжозамороженої продукції з максимально збереженням полівітамінним комплексом, що повністю відповідає сучасним принципам здорового харчування і формулі харчування XXI століття.

ЛІТЕРАТУРА

1. Эсау К. Анатомия растений / К. Эсау ; пер. с англ. – М. : Мир, 1969. – 564 с.
2. Кретович В.Л. Биохимия растений / В.Л. Кретович. – М. : Высш. шк., 1980. – 445 с.
3. Дудченко Л.Г. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения. Справочник / Л.Г. Дудченко, А.С. Козьянов. – К. : Наук. думка, 1989. – 304 с.
4. Дудченко Л.Г. Пищевые растения-целители / Л.Г. Дудченко, В.В. Кривенко. – К. : Наукова думка, 1988. – С. 137-139.
5. Ширко Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 294 с.
6. Плодоовощное сырье для консервной промышленности : [текст] / под ред. Л.В. Метлицкого. – М. : Пищ. пром-сть, 1991. – 355 с.
7. Дьяченко В.С. Овощи и их пищевая ценность / В.С. Дьяченко. – М. : Россельхозиздат, 1989. – 158 с.
8. Джафаров А.Ф. Товароведение плодов и овощей / А.Ф. Джафаров. – М. : Экономика, 1985. – 280 с.
9. Кудрицкая С.Е. Каротиноиды плодов и овощей / С.Е. Кудрицкая. – К. : Вища школа, 1990. – 212 с.
10. Славгородская И.П. Научные принципы обогащения витаминами плодоовощных консервов / И.П. Славгородская, Т.И. Сорвачева, А.Б. Пташная // Пищевая промышленность. – 1990. – Вып. 2. – С. 38-39.
11. Спиричев В.В. Современное представление о роли витаминов в питании / В.В. Спиричев // Методы оценки и контроля витаминной обеспеченности населения / под ред. В.В. Спиричева. – М. : Наука, 1984. – С. 3-27.
12. Сергеев А.Ф. Иммунофармакология и механизм действия неспецифических противоопухолевых иммуномодуляторов : автореф. дисс. на соискание ученой степени д-ра мед. наук / А.Ф. Сергеев. – М., 1986. – 32 с.

13. Смоляр В.И. Рациональное питание : монография / В.И. Смоляр. – К. : Наукова думка, 1991. – 365 с.

14. Георгиевский В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комиссаренко, С.Е. Дмитрук. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1990. – 333 с.

15. Кузнецова М.А. Лекарственное растительное сырье / М.А. Кузнецова. – М. : Высшая школа, 1984. – 275 с.

16. Бедлев И.И. Перспективы профилактики β -каротином радиационных поражений / И.И. Бедлев, А.В. Зарайский, Л.А. Вакулова // Тезисы докладов 1-го Всесоюзного радиобиологического съезда. – Т. 3. – Тушино, 1989. – С. 689-690.

17. Биофизические и физико-химические исследования в витаминологии : сб. науч. трудов. – М. : Высшая школа, 1988. – 285 с.

18. Хираке Т. Использование природных добавок // Секухан то когаку. – 1987. – №28. – С. 678-683.

19. Покровский А.А. Метаболические аспекты фармакологии и токсикологии пищи / А.А. Покровский. – М. : Медицина, 1979. – 184 с.

20. Торбин В.Ф. Создание продуктов питания радиозащитного действия – раздел нетрадиционной программы Украины по ликвидации чернобыльской катастрофы / В.Ф. Торбин, Ж.Б. Левинтон // Тезисы докладов Всесоюзн. науч. конф. «Медико-биологические аспекты разработки продуктов питания». – К., 1993. – С. 29-30.

21. Левинтон Ж.Б. Гигиенические проблемы и перспективы создания продуктов радиопротекторного, иммуностимулирующего и антиоксидантного действия / Ж.Б. Левинтон // Тезисы докладов науч. конф. «Эколого-гигиенические проблемы питания населения». – К., 1992. – С. 30.

22. Смоляр В.И. Дифференцированный механизм радиозащитного действия нутриентов / В.И. Смоляр, Н.С. Салий // Тезисы докладов науч. конф. «Эколого-гигиенические проблемы питания населения». – К., 1992. – С. 27-28.

23. Абрамов Ж.И. Человек и противокислительные вещества / Абрамов Ж.И., Оксенгендлер Г.И. – Л. : Наука, ЛО, 1985. – 23 с.

24. Петрова В.П. Состояние и перспективы использования диких плодов как лекарственного сырья / В.П. Петрова, А.В. Галицкая // Фармац. журн. – К., 1981. – №5. – С. 12-15.

25. Бурмакин А.Г. Промышленное замораживание плодов и овощей / А.Г. Бурмакин. – М. : Пищепромиздат, 1986. – 150 с.

26. Луговая Н.П. Разработка технологии производства быстрозамороженных картофелепродуктов : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук (05.18.13) / Н.П. Луговая. – О., 1990. – 18 с.

27. Орлова Н.Я. Обработка семечковых плодов перед замораживанием / Н.Я. Орлова // Пищ. пром-сть. – 1988. – №10. – С. 46-47.

28. Холодовый стресс и биологические системы : [текст] // под ред. А. Цуцаевой. – К. : Наук. думка, 1991. – 172 с.

29. Липкин Г.Н. Применение плодово-ягодных растений в медицине / Г.Н. Липкин. – М. : Медицина, 2000. – 108 с.

30. Лифлянский В.Г. Фрукты и ягоды в лечении, косметике, кулинарии. Полная энциклопедия / В.Г. Лифлянский, А.Г. Сушанский. – СПб. : ИД «Весь», 2001. – 384 с.

31. Мамчур Ф.І. Довідник з фітотерапії / Ф.І. Мамчур. – К. : Здоров'я, 1986. – 280 с.

32. Плотникова Т.В. Экспертиза свежих плодов и овощей / Плотникова Т.В., Ларина Т.В., Позняковский В.М. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 2001. – 302 с.

33. Формазюк В.И. Энциклопедия пищевых лекарственных растений : культурные и дикорастущие растения в практической медицине / под ред. М.П. Максютинной. – К. : Издательство А.С.К., 2003. – 792 с.

34. Шачек Т.М. Минеральный состав плодовоовочного сырья и его изменение при консервировании / Т.М. Шачек, З.Е. Егорова // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2008. – №4. – С. 23-25.

35. Дибирасулаев М.А. Рекомендации по замораживанию и хранению пищевых продуктов / М.А. Дибирасулаев, Е.В.Соколова // Холод. техника. – 1991. – №11. – С. 33-35.

36. Сімахіна Г.О. Розроблення та вдосконалення технологій цукристих речовин та цукромістких харчових добавок : дис. на здобуття наукового ступеня д-ра техн. наук (05.18.05) / Галина Сімахіна. – К., 1999. – 456 с.

37. Ильина С.И. Двенадцать месяцев здоровья / С.И. Ильина. – К. : Логос, 2000. – 320 с.

38. Влагоудерживающая способность и способы ее определения при оценке обратимости процесса замораживания растительных продуктов // Евелев С.А., Николашвили Т.Г., Омурбекова Н.В. – Краснодар, 1985. – 13 с. – Деп. в ЦНИИТЭИПищепроме 19.09.85, 3193. – ПЩ.

39. Конарев В.Г. Цитохимия и гистохимия растений / В.Г. Конарев. – М. : Высш. шк., 1957. – 467 с.

40. Дженсен У. Ботаническая гистохимия / У. Дженсен ; пер. с англ. – М. : Мир, 1965. – 280 с.

41. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника / М.Н. Прозина. – М. : Высш. шк., 1960. – 206 с.

42. Роскин Г.И. Микроскопическая техника / Г.И. Роскин, Л.Б. Левинсон. – М. : Сов., наука, 1957. – 467 с.

43. Вульф Е.В. Мировые ресурсы полезных растений / Е.В. Вульф, О.Ф. Малаева. – СПб. : Наука, 1999. – 246 с.

44. Гром И.И. Дары природы / И.И. Гром, Н.Д. Шушенская. – М. : Медицина, 1993. – 120 с.

45. Войнар А.И. Микроэлементы в живой природе / А.И. Войнар. – М. : Высш. шк., 1992. – 63 с.

46. Ермаков А.И. Влияние природных условий и приемов выращивания на содержание аскорбиновой кислоты в плодовых и овощных растениях / А.И. Ермаков, Г.А. Луковишева // Витамины. – 1969. – №4. – С. 209-215.

47. Годиев Т.Н. О ликопине как вероятном предшественнике других каротиноидов / Т.Н. Годиев, Р.М. Ротфарб // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 147, №4. – С. 962-974.

48. Лозина-Лозинский Л.К. Очерки по криобиологии / Л.К. Лозина-Лозинский. – Л. : Наука, 1972. – 262 с.
49. Пушкарь Н.С. Введение в криобиологию / Н.С. Пушкарь, А.М. Белоус. – К. : Наук. думка, 1975. – 342 с.
50. Самородова-Бянки Г.Б. Исследование биологически активных веществ плодовых культур / Г.Б. Самородова-Бянки, С.А. Стрельцина. – Л. : ВИР, 1989. – 85с.
51. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255с.
52. Методы биохимического исследования растений // под ред. А.И. Ермакова. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430с.
53. Белоус А.М. Криобиология / А.М. Белоус, В.И. Грищенко. – К. : Наук. думка, 1994. – 430 с.
54. Берштейн И.Я. Спектрофотометрический анализ в органической химии / Берштейн И.Я., Каминский Ю.П. – Л. : Химия, 1975. – 65с.
55. Abel Marine Font. El pardeamiento y Color de los abimientos. Alimentara. 1982. 40, №136. P. 13-30.
56. Koch L., Breker E. Leben suri Hel-Unters und Forschung// J. Food Sci. 1983. 21, №3. P.323.
57. A graphical interpretation of time-temperature related quality changes in frozen food / Wells J.H., Singh R.P. // Winter Meet. Amer. Jour. Agr. Eng. 1985. №65, 02. P. 1-22.
58. Овчаров К.Е. Витамины растений / К.Е. Овчаров. – М. : Колос, 1989. – 328 с.
59. Иванова Е.А. Фенольные соединения ягод жимолости при замораживании и хранении / Е.А. Иванова, В.С. Колодязная, С.А. Стрельцина// Пищ. пром-сть. – 1997. – №3. – С. 6-7.
60. Гулявский А.К. Барьерные свойства биомембран при низких температурах / А.К. Гулявский, В.А. Бондаренко, А.М. Белоус. – К. : Наук. думка, 1988. – 205 с.
61. Пушкарь Н.С. Низкотемпературная кристаллизация в биологических системах / Н.С. Пушкарь, А.М. Белоус и др. – К. : Наук. думка, 1997. – 238 с.

62. Сімахіна Г.О. Вивчення оптимальних умов зберігання сировини до сублимації / Г.Сімахіна // Харчова промисловість. – 1996. – Вип. 42. – С. 71-74.

63. Махалюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине / В.П. Махалюк. – Саратов : Изд-во СХИ, 1987. – 195 с.

64. Самородова-Бианки Г.Б. Исследование биологически активных веществ плодовых культур / Г.Б. Самородова-Бианки, С.А. Стрельцина. – Л. : ВИР, 1989. – 85 с.

65. Ectioghi, Mohammad N. High hydrostatic pressure thawing for the processing of fruit preparations from frozen strawberries / Mohammad N. Ectioghi, Dietrich Knorr // Food. Biotechnol. – 1996. – 10, №12. – P. 143-148.

66. Geduspan H.S. Changes in cucumber volatile compounds on chilling temperature and calcium chloride treatment / H.S. Geduspan // J. Food Sci. – 1986. – №3. – P. 852-853.

67. Gutschmidt, J. Erhanzung und Gemeinschaftsverpflegung / J. Gutschmidt // Vol. 2. Forster, Zurich. – 1988. – 35, №2. – P. 118-121.

68. Influencia del proceso de congelacion sobre la texture del esparrago blanco. Efecto del escalado y la velocidad de congelacion / M.T. Jancher, J.R. Hermida, G. Cano, F. Torralbo // Alimentaria. – 1993. – 30, №247. – P. 51-57.

69. Георгиевский В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комисаренко, С.Е. Дмитрук. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд., 1990. – 333 с.

70. Александров В.Я. Клетки, макромолекулы и температура / В.Я. Александров. – Л. : Наука, 1989. – 328 с.

71. Голдавский А.М. Анабиоз и его практическое значение / А.М. Голдавский. – Л. : Наука, 1991. – 167 с.

72. Белоус А.М. Структурные изменения мембран при охлаждении / А.М. Белоус, В.А. Бондаренко. – К. : Наук. думка, 1992. – 257 с.

73. Криопротекторы / под ред. Н.С. Пушкаря, М.А. Шраго, А.М. Белоуса и др. – К. : Наук. думка, 1990. – 201 с.

74. Смит О. Биологическое действие замораживания и переохлаждения / О. Смит; пер. с англ. – М. : Изд-во иностр. лит, 1983. – 272 с.

75. Schaller A. Ergebnisse einer Studie bezüglich des Einflusses eines Zusatzes von Kochsalz und / oder Saccharose auf das Flavour von tiefdefrorenen Karotten / A.Schaller, J.Weiss // Lebensm. und Biotechnol. – 1986. – S. 45-47.

76. Низкие температуры в медицине / под ред К. Тернового, Л. Гассанова. – К. : Наук. думка, 1998. – 279 с.

77. Белоус А.М. Замораживание и криопротекция / А.М. Белоус, Е.А. Гордиенко, Л.Ф. Розанов. – М. : Высш. шк., 1987. – 80 с.

78. Аксенов С.И. Вода и ее значение в клетке / С.И. Аксенов. – Рига : Зинатне, 1987. – 87 с.

79. Залялов А.А. Физиолого-термодинамический аспект транспорта воды по растению / А.А. Залялов. – М. : Наука, 1984. – 135 с.

80. Аксенов С.И. Роль воды в процессах функционирования биологических структур и в их регулировании / С.И. Аксенов // Биофизика. – 1985. – Т.30, №2. – С. 220-223.

81. Meryman H.T. Modified model for the mechanism of freezing injury in erythrocytes / H.T. Meryman // Nature. 1988. 218, № 2. P. 333-345.

82. Вода в пищевых продуктах / под ред. Р.Б. Дакуорта ; пер. с англ. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 376 с.

83. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов / под ред. Э.И. Каухчешвили. – М. : Агропромиздат, 1985. – 255 с.

84. Анисимова А.В. Исследование незамерзающей воды растительных тканей методом ЯМР / А.В. Анисимова, Ф.Г. Миортахундинова // Физиология растений. – 1986. – Т.23, №4. – С. 799-804.

85. Мейс Дж. Достижения в криогенном охлаждении и замораживании пищевых продуктов / Дж. Мейс // Food Sci. and Technol. Today. – 1987. – №2. – P. 79-83.

86. Применение холода для расширения ассортимента и повышения качества пищевых продуктов : межвуз. сб. науч. тр. – Л. : ЛТИХП, 1988. – 143 с.

87. Клетки и температура среды / под ред. М. Хеноха. – М. : Изд-во иностр. лит., 1984. – 240 с.

88. Мучнистая роса, сферотека [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://renschen.ru/content/view/89/42/>

89. Библиотека по садоводству: сорта крыжовника [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://berrylib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st052.shtml>

90. ГОСТ 29187-91. Плоды и ягоды быстрозамороженные. Общие технические условия. – М. : ИПК «Изд-во стандартов», 1991. – 16 с.

91. Somogyi, R. Effects of Chronic Central Cooling on Alimention and Thermoregulation // Acta Physiologica Scandinavica. Volume 55, Issue 2-3, pages 177–188, June 1962.

92. Белоус А.М. Замораживание и криопротекция / А.М. Белоус, Е.А. Гордиенко, Л.Ф. Розанов. – М. : Высш. шк., 1987. – 80 с.

93. Юрченко Т.Н. Влияние криопротекторов на биологические системы / Т.Н. Юрченко, В.Ф. Козлова, Б.А. Скорняков. – К. : Наук. думка, 1989. – 238 с.

94. Луговой В.И. Влияние низких температур на растворимые ферменты / В.И.Луговой, В.А. Моисеев // Итоги науки и техники / ВИНТИ. Серия : Биофизика. – 1989. – №9. – С. 53-79.

95. Поведінка біологічно активних речовин коренеплодів при зневодненні / Г.О. Сімахіна, І.С. Гулий, М.О. Прядко, В.П. Андрущенко // Наукові праці УДУХТ. – 1993. – №1. – С. 206-210.

96. Механізм зневоднення топінамбуру при низьких температурах / Г.О. Сімахіна, І.С. Гулий, Л.Д. Бобрівник, В.П. Андрущенко // Наукові праці УДУХТ. – 1994. – №2. – С. 39-43.

97. Симахина Г.А. Низкотемпературная кристаллизация воды в биологических системах / Г.Симахина // Пищ. пром-сть. – 1992. – №38. – С. 45-48.

98. Симахина Г.А. Изменения состояния воды при замораживании плодово-ягодного сырья / Г.А. Симахина, И.С. Гулый, Н.А. Прядко // Пищ. пром-сть. – 1992. – №38. – С. 96-99.

99. Сімахіна Г.О. Вода в біологічних об'єктах при охолодженні і заморожуванні / Г.О.Сімахіна // Наукові праці УДУХТ. – 1998. – №4. – С. 30-31.