МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

Г.В. Карпик

БЕЗВІДХОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСЕРВНИХ ВИРОБНИЦТВ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

для студентів всіх форм навчання
за спеціальністю
«Технології зберігання,
консервування та переробки плодів і овочів»

Тернопіль, 2015

Лекція 1

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Харчова промисловість одна з найбільш розвинених галузей матеріального виробництва України і водночас – одне з найбільших джерел утворення відходів. Обсяги утворення деяких відходів досить значні. Так, відходи в плодоовочевій, консервній галузі становлять 0,5-0,9 млн. т. за рік (яблучні, ягідні та овочеві вичавки), 0,1-0,12 млн. т. за рік (фруктові кісточки, шкаралупи горіхів).

Складні економічні умови перехідного періоду в Україні ставлять завдання перед системою харчування країни по впровадженню прогресивних ресурсозберігаючих технологій з метою підвищення якості та конкурентоспроможності консервної продукції, що випускається.

Для виконання завдань з економії сировинних і паливно-енергетичних ресурсів в усіх галузях народного господарства треба корінним чином покращити використання сировини і скоротити витрати на всіх стадіях руху товару, продуктів, палива: у разі вирощування сільськогосподарської продукції, транспортування та зберігання її; перетворення палива в енергію; під час переробки сільськогосподарської сировини на продукти харчування. Велике значення має скорочення витрат від браку; підвищення якості та терміну зберігання продукції; ліквідація понад нормативних запасів товарно-матеріальних цінностей.

До числа факторів, які активно впливають на підвищення ефективності економіки, великого значення набуває використання вторинної сировини. Залучення до господарського обігу вторинної сировини звільняє дефіцитні види первинної сировини і матеріалів, збільшує матеріальні ресурси в народному господарстві. Економія зростає за рахунок розробки і освоєння безвідходних, маловідходних і ресурсозберігаючих технологій. Повторне використання вторинної сировини дасть можливість збільшити випуск продукції, потрібної народному господарству. Але темпи та масштаби виробництва продукції із сировинних залишків недостатні. Швидкому розширенню об'ємів рециркуляції заважають головним чином перешкоди технічного характеру, відсутність розроблених технологій і відповідного обладнання, а також відсутність інформації про можливість використання вторинної сировини в різних галузях народного господарства, зокрема в консервному виробництві. Із збільшенням об'ємів виробництва і використанням матеріальних ресурсів зростають і відходи, створюючи вторинну сировину. Якщо остання не використовується, то вона виходить із народногосподарського обігу, а перша фаза споживання стає їх кінцевим пунктом. Але якщо сировина, матеріали використовуються в інших виробництвах, то їх обіг продовжується. У разі інтенсивного виробництва завдання полягає в тому, щоб всі відходи

виробництва, що вийшли з першого обігу направлялися на подальшу переробку до повної їх утилізації. Багаторазове використання матеріальних ресурсів дасть можливість запобігти нераціональному використанню сировинних ресурсів.

Харчова промисловість переробляє багатокомпонентну сировину, в основному, сільськогосподарського походження. При цьому для одержання основної продукції сировина використовується не повністю, деяка частина залишається у відходах. Практично всі ці відходи є вторинними сировинними ресурсами, тому що містять найцінніші речовини – вітаміни, клітковину, білок, мікроелементи. Однак вміст сухих речовин у вторинних сировинних ресурсах харчової промисловості становить незначну кількість, вони дуже нестійкі при зберіганні, швидко закисають, зброджуються, втрачаючи цінні компоненти та забруднюючи навколишнє середовище. Зберігання їх в такому стані можливе лише протягом 2-3 діб. Тому виникає необхідність підвищити ступінь і глибину переробки сировини за рахунок більш повного витягу з неї всіх корисних компонентів, забезпечивши при його отриманні додаткової товарної продукції.

Залучення вторинної сировини в харчовій промисловості здійснюється за наступними основними напрямами: для вироблення додаткової продукції харчового, кормового й технічного призначення або як додаткові компоненти до неї.

Відходи харчової промисловості разом з відходами сільського господарства становлять 18 % від загальної кількості відходів. У сучасних умовах одним із шляхів інтенсифікації харчової промисловості є впровадження нових мало- і безвідходних технологій і виробництв. Це припускає не тільки підвищення ступеня й повноти переробки сільськогосподарської сировини з більш повним витягом з неї корисних компонентів, але й залучення в обіг відходів виробництва з метою додаткового одержання з них товарної продукції. Чим вищий рівень матеріалоємності виробництва, тим більш пріоритетне ресурсозбереження.

Виробничий досвід показує, що використання більшості відходів і ВМР технічно здійснене й економічно вигідне. Однак рівень використання їх, особливо рівень промислової обробки, ще недостатньо високий. Слабо використовується вітчизняний і зарубіжний досвід щодо утилізації відходів, відсутній налагоджений облік і звітність про наявність, утворення й використання відходів. Рішення проблеми лежить у необхідності проведення екологізації виробництва, тобто в розробці й впроваджені мало- і безвідходних технологічних процесів, замкнутих циклів водо- і енергоспоживання, технологічних схем комплексного використання сировини й відходів. Харчовим підприємствам найчастіше невигідно використовувати мало- та безвідходні технології виробництва, тому, що це вимагає значних додаткових інвестицій і знижує рентабельність виробництва. Тому необхідно переглянути інвестиційну політику щодо цього в харчовій промисловості. Для вирішення цієї проблеми

Урядом України прийнято ряд заходів. Так, розроблена програма "Ресурсозбереження", яка є складовою частиною комплексної цільової програми "Інтенсифікація".

Підвищення ефективності використання відходів і ВСР можливе лише при наявності повної й достовірної інформації про їх номенклатуру, класифікацію, якісні і кількісні показники, ефективні методи утилізації на основі передових ресурсозберігаючих технологій, розроблених у нашій країні й за кордоном.

До **відходів** виробництва відносять залишки сировини й матеріалів, що утворилися в процесі виготовлення і не повністю втратили споживчу вартість вихідної сировини, які можуть бути використані в народному господарстві як сировина або добавка. До них відносять продукти фізико-хімічної переробки сировини, що не є метою даного виробництва, але які можуть бути використані після доробки як готова продукція або як сировина для подальшої переробки. В харчовій промисловості до відходів виробництва відносяться буряковий жом, соняшникове і бавовняне лушпиння, жмих і шрот, виноградні вичавки, пивна дробина,, насіння та кісточки, овочеві та плодові шкірочки, фільтраційний осад на ін. дані відходи є вторинними матеріальними ресурсами.

Лекція 2

НОМЕНКЛАТУРА І КЛАСИФІКАЦІЯ ВТОРИННИХ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Номенклатура ВМР харчової промисловості складається з:

1. Специфічних відходів виробництва.
2. Загальних для народного господарства та більшості галузей харчової промисловості відходів виробничо-господарського (технологічного) використання – вторинної сировини.

До специфічних галузевих відходів відносять переважно відходи кормового призначення, які отримують безпосередньо з виробництва в сирому вигляді або які пройшли деяке промислове оброблення (сушіння, екстракцію).

Крім вищеперерахован. ВМР ділять також за наступними ознаками:

1. Джерело утворення (рослинне, тваринне, мінеральне, хімічне і. т. д.)
2. Стадії отримання і перероблення сировини.
3. Напрямок подальшого використання.

За напрямом подальшого використання всі галузеві ВМР – відходи харчової промисловості можуть бути охарактеризовані наступним чином:

1. Відходи харчового застосування – крихти, лом, брак деяких виробів.

2. Кормові відходи – сирий та сушений буряковий жом, меляса, жмих, шрот, виноградні вичавки, пивна дробина та ін.
3. Добрива і опилювальні засоби для сільського господарства: фільтраційний осад бурякового виробництва, шлам мелясо-спиртового виробництва, тютюновий пил та ін.
4. Відходи промислового призначення: меляса – сировина для бродильних виробництв, кукурузний екстракт - сировина для виробництва антибіотиків в медичній промисловості, ростки кукурудзи, насіння томатів, винограду і плодові кісточки – для видалення олії, стержні кукурудзи, соняшникова лузга - для виробництва фурфуролу в гідролізній промисловості.
5. Відходи, що частково використовуються як паливо.

Об'єднуються відходи в групи і за наступними ознаками:

- агрегатний стан;
- дія на навколишнє середовище (шкідливі, нешкідливі);
- матеріалоємність (багатотонні – умовно вище 10 тис. т в рік, мало тонні – від 1тис. до 10 тис. т. в рік);
- степінь використання (повністю, частково, зовсім не використовуються).

Виділяють три основні напрями переробки вторинної сировини:

1) на тих самих підприємствах, на яких вони отримуються — для виробництва додаткової продукції;

2) в інших галузях народного господарства — як сировина для комбікормової, мікробіологічної, хімічної промисловості, для виробництва медичних препаратів та ін.;

3) у сільськогосподарському виробництві — для відгодівлі худоби, птиці та як добрива.

Термін *"безвідходна технологія"* був запропонований академіками М.М. Семеновим і І.В. Петряновим і в даний час поширений в усіх індустріально розвинутих країнах. Наприклад, Європейська економічна комісія ООН (згідно з "Декларацією про маловідходні і безвідходні технології") розуміє під останньою "практичне застосування знань, методів і засобів, з метою забезпечення потреб людини найбільш раціональним використанням природних ресурсів і енергії та захисту навколишнього середовища".

Дещо інше визначення пропонує комісія ЄС. "Чиста (безвідходна) технологія – це такий метод виробництва продукції при найбільш раціональному використанні сировини та енергії, який дозволяє одночасно знизити об'єм викидів у навколишнє середовище забруднюючих речовин і кількість відходів, отриманих при виробництві і експлуатації виготовленого продукту".

Маловідходна технологія – це такий спосіб виробництва продукції, при якому шкідливий вплив на навколишнє середовище не перевищує рівень, що допускається санітарно-гігієнічними нормами, а відходи направляються на тривале збереження чи переробку.

Удосконалення безвідходних (маловідходних) технологій, на думку спеціалістів, повинно відбуватися у наступних напрямках:

- Розроблення принципово нових процесів отримання продукції, які дозволяють виключати, скорочувати або замінити технологічні стадії, які дають найбільше відходів.
- Проектування і впровадження безстічних і замкнутих систем водоспоживання.
- Розроблення принципово нових технологій, технічних засобів і схем отримання відомих видів продукції;
- Розроблення систем переробки відходів, що використовуються як вторинні матеріальні ресурси (реутилізаційні технології).
- Комплексне перероблення сировини.
- Розроблення і створення регіонально-промислових комплексів із замкнутою структурою динамічних потоків сировини та відходів.

З огляду на те, що в перспективі ставиться завдання переходу харчової промисловості на ресурсозберігаючу безвідходну технологію, необхідно під цим кутом зору проводити атестацію підприємств, їхню реконструкцію, а також нове будівництво.

Необхідно відмітити, що абсолютно безвідходне виробництво неможливе. Вихід з такої ситуації полягає в тому, що кількість і якість відходів повинна бути такою, що їх повністю зможе переробити, асимілювати без шкоди для себе жива природа.

Одним з напрямків вирішення завдання по зменшенню кількості відходів є комплексне використання сировини. Це пов’язано не лише з промисловою переробкою відходів, але й з максимальним використанням всіх корисних компонентів, виходячи з потреб у них суспільства й можливостей науково-технічного прогресу для їхнього використання.

Раціональне використання відходів характерно для комплексної переробки сировини. На сьогодні консервна промисловість широко використовує безвідходну технологію комплексної переробки плодів та овочів. Так, при виробництві компотів і варення, плоди, відібрані при сортуванні, інспекції (за винятком хворих та зіпсованих), можуть додаватися в сировину, що йде на виробництво джему та повидла. Відходи при нарізанні коренеплодів (у вигляді дріб’язків) використовують у виробництві ікри, пюре. При виробництві закусочних консервів, наприклад із перцю, сировину також використовують в комплексі. Цілі плоди перцю використовують для фарширування, а маломірний чи деформований при транспортуванні, митті, очищенні, неправильної форми – для

виготовлення консервів з нарізаним перцем. Відходи при нарізанні моркви, білих коренів у вигляді подрібнених частинок ідуть на виготовлення овочевої ікри. При комплексній обробці обліпихи в сік, отримують відходи у вигляді вичавок, із яких готують натуральний барвник і насіння, яке використовують для отримання олії. Розроблено технологію утилізації відходів, що мають місце при виробництві крохмалю з безвідходною переробкою картоплі, в різноманітні продукти харчування.

Комплексна переробка харчової сировини в консервній промисловості, найповніше виділення з них всіх цінних компонентів, раціональне використання побічних продуктів і відходів виробництва є найважливішим резервом збільшення виробітку консервів і підвищення ефективності їх виробництва.

Крім того, комплексне використання матеріально-сировинних ресурсів сприяє економії праці, зниженню норм витрат сировини, матеріалів, заробітної плати та інших виробничих витрат на одиницю продукції комплексних виробництв, а це впливає на обсяг випуску готової продукції й зниження її собівартості.

Лекція 3

Хімічний склад овочевої та фруктової сировини і значення окремих речовин для її зберігання й переробки

Овочі, фрукти, ягоди вживають як в сирому вигляді, так і після кулінарної обробки. Вони є важливим джерелом вуглеводів, вітамінів і мінеральних речовин. . Щоб продовжити сезон їх вживання, ці продукти зберігають в особливих умовах або консервують тим чи іншим способом.

Білки входять до складу всіх плодів, відіграють значну роль при їх зберіганні і переробці завдяки своїм властивостям: зв'язують воду, внаслідок чого продукція менше в'яне; піддаються денатурації при високих та низьких (мінусових) температурах, що треба враховувати при консервуванні; старіють у процесі зберігання, що зменшує їх гідрофільність; розщеплюються, що супроводжується появою простих продуктів, наприклад при самозігріванні зеленого горошку утворюється сірководень, який призводить до появи чорного осаду в консервованому зеленому горошку.

Найбільшим вмістом запасних білків характеризується зелений горошок – в середньому 5,0%, в овочевій квасолі вміст білку складає 4,0%, в шпинаті – 2,9%, в цвітній капусті – 2,5%, в картоплі – 2,0%, томатах – 0,6%. Ще менше білків у більшості плодів, хоча деякі плоди містять білків не менше, ніж в овочі. Так, в маслині міститься в середньому 7% білків, ожині – 2%, бананах – 1,5%.

Картопля, незважаючи на невисокий вміст білку, як джерело азотистих речовин має більш суттєве значення через значне її споживання, яке в середньому складає 330 г в день, таким чином з даним видом продукту задовольняється 6...8% загальної добової потреби

людини в білку. Кількість білкового азоту в бульбах картоплі в 1,5...2,5 рази більше, ніж небілкового, тоді як в овочах і плодах, навпаки – менше 50% (наприклад, в капусті 40%, винограді 7%). Небілковий азот картоплі представлений амінним і нітратним азотом з аміаком, які від загального азоту в бульбах складають18...31 і 10...15% відповідно. Сорти картоплі в більшій мірі відрізняються вмістом небілкового азоту, ніж білкового, і перш за все за кількістю вільних амінокислот. Середи них переважають аланін, лізин, гістидин, глутамінова кислота і фенілаланін.

Білки картоплі є біологічно цінними, так як містять всі незамінні амінокислоти. Білок *туберин* містить усі амінокислоти, у тому числі і незамінні. Туберин за вмістом незамінних амінокислот, за виключення триптофану, перевершує білок пшениці, наближаючись за складом до білку сої і яєчного білку. В порівнянні з білком курячого яйця біологічна цінність білків картоплі складає 85%, а в порівнянні з ідеальним білком – 70%. Першими лімітуючими амінокислотами білків картоплі є метіонін і цистеїн, другою – лейцин. Усі білки картоплі можуть бути розділені на 2 основних фракції: глобуліни (солерозчинні) і водорозчинний альбуміни, в співвідношенні 7:3.

Серед овочевих культур великим вмістом білку відрізняються зелений горошок (28,3 – 31,9) і цукрова кукурудза (10,4 – 14,9 % в перерахунку на суху масу).

Основну частку білків зеленого горошку складають глобуліни (біцилін і легулін), кукурудзи – спирторозчинний зеїн. Крім того білки зеленого горошку відрізняються високим вмістом альбуміну, який в 2-3 рази вищий, ніж в зрілому горосі гладкозернових сортів. У молочно-восковій стадії стиглості білки горошку містять в 2,5...3 рази менше глютелінів, ніж за повної стиглості.

В порівнянні із зерновою кукурудзою овочева кукурудза містить значно більше альбуміну, глобуліну і менше розчинних білків. Вміст зеїну складає 21,1...37,2% від загального білку, що значно менше, ніж в кукурудзі інших ботанічних груп (41...58%). Щодо амінокислотного складу , то значну частку амінокислот горошку складає лейцин з ізолейцином (15,4% від загальної кількості), фенілаланін (7,1%), валін з метіоніном (5,2%), аргінін (10,5%) і треонін (5,2%). Для білків цукрової кукурудзи характерний високий вміст лейцину і ізолейцину – 15,1%, аргініну – 12,4%, глутамінової кислоти – 17,3%, аланіну, гліцину, серину – 9,0%, гістидину – 4,2%, лізину – 1,1%. Високий вміст в зеленому горошку і цукровій кукурудзі лізину і аргініну пояснюється підвищеною кількістю альбуміну, а в кукурудзі – зниженим вмістом неповноцінного зеїну.

За різних температурних обробок білки обох культур поводяться по-різному. Нагрівання зеленого горошку впродовж 1 хв. у воді за 98...100˚С зменшує розчинність глобулінів на 80%, альбумінів – на 24% і збільшує кількість лугорозчинної фракції (на 61%).

Заморожування за температури 30...196˚С істотно не впливає на розчинність і компонентний склад білків.

Азотисті речовини овочів, фруктів і ягід мають суттєве значення для формування споживчих і органолептичних властивостей цих продуктів (смаку, аромату, кольору і консистенції), стійкості їх під час зберігання і збереженні вітамінів. Так, вільні амінокислоти беруть участь в реакціях, пов'язаних з утворенням аромату (реакції Майяра); нітрати, навпаки, в надмірній кількості погіршують стійкість під час зберігання, а дія, наприклад, пектолітичних ферментів в кінці дозрівання плодів зумовлює їх розм'якшення. Деякі із азотистих речовин виконують функції протеаз і амілаз. Ферменти у складі азотовмісних речовин овочів, фруктів і ягід утворюють незначну їх частину, проте, їх роль у дозріванні і зберіганні рослинної сировини величезна. Збереження овочів і фруктів в основному залежить від активності ферментів, що беруть участь в диханні.

У бульбах картоплі, насінні японської редиски, коренях турнепсу, зеленому горошку, томатах містяться білки-інгібітори тваринних протеїназ, в першу чергу трипсину і хімотрипсину. За вмістом інгібіторів соковита рослинна сировина займає третє місце після бобових і злакових. Інгібітор хімотрипсину картоплі відноситься до "аргінінового" типу, тобто в ділянці, яка вступає у взаємодію з активним центром ферменту, міститься аргінін. Окрім інгібіторів трипсину і хімотрипсину в картоплі виявлені поліпептиди, що діють як інгібітори карбоксипептидази А і Б.

Вуглеводи. Овочі, фрукти, ягоди є важливим джерелом вуглеводів в харчуванні. Вони містять як легкозасвоювані цукри (глюкоза, фруктоза, сахароза, крохмаль), так і харчові волокна (клітковину, пектин). В картоплі переважає крохмаль, в буряках – сахароза, в ягодах – глюкоза або фруктоза. *Вуглеводи та їх метаболіти* беруть участь у синтезі амінокислот, нуклеїнових кислот та інших речовин. У рослинних клітинах вуглеводи поширені у вигляді клітковини та напівклітковини, крохмалю, моно- та дисахаридів, пектинових речовин, глікогену, органічних кислот. Міцність клітини, а отже, плода залежить від вмісту *клітковини,* товщини клітинних оболонок, розвиненості покривних тканин. Тому чим більше плід містить клітковини, тим менше травмується і має кращу лежкість. *Цукри* у тканинах розподіляються нерівномірно. Як правило, їх більше у тканинах, що знаходилися із сонячного боку, та по їх периферії. У плодах цукор використовується при їх зберіганні на дихання, причому економне його використання корелює з тривалим зберіганням плодів. У процесі зберігання плодів сахароза також використовується для дихання, розкладаючись на моносахариди.

У практиці переробки плодів та овочів використовують або враховують такі властивості цукрів: здатність зброджуватись дріжджами (виноробство) та молочнокислими

бактеріями (утворення молочної кислоти при квашенні та солінні овочів і плодів); гігроскопічність сахаридів (сушені ягоди і фрукти потребують герметичного зберігання); висока гігроскопічність фруктози (ця властивість використовується у харчовій промисловості як позитивне явище — вироби з фруктозою не так швидко черствіють), взаємодія моноцукрів при температурі вище ЗО °С з амінокислотами з утворенням темнозабарвлених речовин — меланоїдів, наявність яких небажана при виготовленні виробів з картоплі та інших крохмалоносіїв; розкладання сахарози під дією ферментів на моносахариди (в кондитерському виробництві інверсію проводять для підвищення солодкості продукції), карамелізація (недостатня кількість кислот) при сильному та тривалому нагріванні, коли моносахариди перетворюються на ангідриди з гірким смаком і коричневим забарвленням.

Крохмаль картоплі складається з амілози та амілопектину. Вміст останнього понад 75 %. У воді амілопектин не розчиняється, а набухає, утворюючи гель, тоді як амілоза у воді розчиняється, утворюючи колоїдний розчин. Ця властивість крохмалю використовується у багатьох виробництвах. У недозрілих овочах та фруктах крохмалю більше, ніж у зрілих, тому що він перетворюється на цукри.

Овочі та фрукти багаті на харчові волокна. Вміст харчових волокон в них неоднаковий та залежить від виду рослини, різноманітності сортів, віку та ступеня зрілості. Середня кількість (1 – 1,9 г/100 г продукту) їх міститься у моркві, солодкому перці, петрушці, редисі, гарбузах, дині, чорносливі, лимоні, апельсинах. Значний вміст (2 – 3 г/100 г продукту) виявлений у часнику, журавлині, червоній та чорній смородині, чорноплідній горобині. Більш як 3 г/100 г продукту харчових волокон міститься в кропі, куразі, полуниці, малині (4,5 г/100 г). Структурними елементами харчових волокон фруктів та овочів є пектини, целюлоза і незначна кількість геміцелюлозних компонентів. Вміст пектинових речовин в рослинних продуктах, в залежності від виду рослин, сорту, умов вирощування та ступеня зрілості може досягати 40 % на суху речовину.

Продукти переробки плодів та овочів – пюре, порошки, концентрати харчових волокон, чисті препарати переважно використовують для виготовлення харчових продуктів функціонального призначення.

Овочеві та фруктові пюре зазвичай застосовуються як смакова добавка. Однак є дані про використання пюре дайкону і гарбуза не лише для покращення органолептичних показників хлібобулочних виробів, а й для збагачення їх харчовими волокнами. Пюре із коренеплодів дайкону – джерело пектинових речовин, клітковини, вітамінів групи В, мінеральних речовин – К, Са, Р, Fe. В м’якоті гарбуза міститься 4 – 23 % целюлози і

геміцелюлоз; 0,3 – 1,4 % пектинів. Внесення цих продуктів в рецептуру хлібобулочних виробів сприяє зниженню їх енергетичної цінності.

Співробітниками МДУХП розроблено спосіб отримання порошкових функціональних пектиновмісних продуктів із коренеплодів і листяної маси молодого столового буряка. Співвідношення білка і вуглеводів в них становить 1:3…4. Порошкові продукти з буряка містять 17,48 – 19,95 % пектину; 24,52 – 25,05 % целюлози; 4,29 – 4,42 % геміцелюлоз; 1,75 – 1,81 % лігніну, а також в склад даних продуктів входить значна кількість бета-каротину. В НУХТ розроблено технології виготовлення пектиновмісних порошків з бурякового жому з високим вмістом пектину і харчових волокон (23 % і 57 %) та з яблучних вичавок. У яблучному порошку вміст пектину становить 16,6 %, нерозчинних харчових волокон – 51 %, що дещо менше, ніж в буряковому. Дані порошки науковці рекомендують використовувати як збагачувачі для хлібопекарських виробів оздоровчої дії.

Вченими УП «Унитехпром БГУ» розроблені та розробляються порошкові фітокомпозиції на основі яблук, моркви, буряка, висівок, ламінарії, топінамбура, цикорію («Янтарь», «Нектар», «Дар природи» та ін.).

Плодові та овочеві порошки традиційно використовують у виготовленні виробів з сортового пшеничного борошна. В літературі висвітлена їх дія на якість тіста, ведення технологічного процесу та на якість хлібопекарських, макаронних і кондитерських виробів. Відмічено, що додавання даних порошків знижує калорійність виробів, збагачує харчовими волокнами і вітамінами, надає їм лікувально-профілактичних властивостей та нового смаку.

Значну кількість харчових волокон містять відходи переробки цитрусових культур (шкірка та вичавки). Дослідження хімічного складу шкірок цитрусових показало значний вміст в них структурних полісахаридів – пектинових речовин, геміцелюлоз, целюлоз, а також мінеральних і азотистих речовин, вітамінів, органічних кислот та інших сполук. Специфічністю харчових волокон цитрусових є значний вміст протопектину (24,0 % – 28,7 %), що зумовлює його значні сорбційні властивості.

За даними ряду авторів, джерелом харчових волокон є коріння скорцонери, цикорію, бульби топінамбуру, артишок. Від інших овочів вони відрізняються високим вмістом полісахариду поліфруктозного типу – інуліну. Наприклад, корінь скорцонери поряд з 3,7 % пектину, 1,8 % клітковини містить 11,8 % інуліну. До складу топінамбуру входить 16 – 18 % інуліну. Лікувальну дію даної сировини, крім харчових волокон, зумовлюють біологічно активні речовини, що входять до їх складу – вітаміни, мінеральні речовини: кремній, фосфор, залізо, калій, калій, кальцій, магній, натрій та амінокислоти. При виготовленні функціональних продуктів харчування з топінамбуру, скорцонери використовують порошки, сироп, пюре, а також концентрати.

Так, Е.В. Жирковою з співавторами розроблено інулін-пектиновий концентрат (ІПК) з коріння скорцонери, до складу якого входить 64,6 % інуліну і 14,7 % пектину, що значно більше, ніж у аналогічному порошку сублімаційного сушіння (ППС) – відповідно 39,5 % і 15,9 %. Автори пропонують використовувати ІПК з коріння скорцонери при виробництві хліба в кількості 3 % і порошок сублімаційного сушіння – 5 % до маси борошна. При цьому кількість незасвоюваних вуглеводів у хлібі зростає на 2,5 – 3,1 %, поряд з цим хліб збагачується мінеральними речовинами.

Концентрати харчових волокон отримують із відходів переробки плодів цитрусових культур, буряку, виноградних вичавок, трави люцерни та ін. В своєму складі вони містять целюлозу, геміцелюлози, пектинові речовини, лігнін, значна сорбційна властивість яких дає можливість зв’язувати не тільки радіонукліди, а й інші екологічно шкідливі речовини.

В Національному університеті харчових технологій Л.Ю. Арсеньєвою, О.В. Борисенко досліджено [4, 25] хімічний склад і технологічні властивості вівсяного (ВКХВ), яблучного (ЯКХВ) та бурякового (БКХВ) концентратів харчових волокон та обґрунтована доцільність використання їх у виробництві житньо-пшеничного хліба для створення функціональних хлібобулочних виробів.

Пектинові речовини у плодах та овочах містяться у вигляді нерозчинного протопектину та розчинних пектину і пектинової кислоти. Протопектин міститься в стінках клітин та міжклітинниках і розчиняється під дією високих температур. Пектин і пектинова кислота у клітинному соці взаємодіють з важкими металами. Високий вміст протопектину свідчить про потенціальні можливості плодів зберігатися, тобто сприяє збереженню тканиною тургору, підвищує стійкість плодів при зберіганні. Високий вміст пектинових речовин у зерняткових спостерігається у період технічної стиглості. Під час зберігання протопектин перетворюється на пектин, знижуючи міцність клітин та їх зв'язаність. У стадії повної фізіологічної стиглості плодоовочевих культур протопектину немає. У процесі консервування плодів та овочів можуть виявлятись такі властивості пектинових речовин: у воді пектин під дією ферменту пектинази розщеплюється до галактуронових кислот, тому продукцію замочувати у воді на тривалий час не можна; пектинові речовини в присутності цукру та кислот утворюють драглеподібні речовини, якщо молекула пектину має розміри не менше 0,2 мкм; пектин з кальцієм утворює нерозчинні пектати, що використовується для зміцнення шкірки плодів помідорів та ягід суниці (як правило, добавляють розчин хлориду кальцію); при високій кислотності пектинові речовини руйнуються, тому при виготовленні консервів кислотність продукції знижують добавлянням соди або підвищенням концентрації цукру; для збереження пектинових речовин консервувати продукцію слід при температурі не вище 90 °С або виготовляти «сирі» джеми, забезпечуючи збереженість продукції високою концентрацією цукру або кислоти.

Пектинові речовини входять до числа основних компонентів рослин і водоростей. Загальною ознакою пектинових речовин є основний ланцюг полігалактуронової кислоти. Однією з найважливіших властивостей пектинових речовин є комплексоутворювальна здатність, що ґрунтується на взаємодії молекули пектину з іонами важких металів і радіонуклідів. Це дає основу рекомендувати пектин для включення в раціон харчування осіб, що знаходяться в середовищі, забрудненому радіонуклідами, і що мають контакт з важкими металами. Профілактична норма пектину, затверджена ВООЗ, складає 2...4 г на добу; для осіб, працюючих в несприятливих умовах, складає 8...10 г на добу.

Пектин має лікувальні властивості і застосовується у випадку розладів травного тракту (гастроентерити, діарея), зменшує втрату води організмом, скорочує згортання крові, зв'язує багато отрут, уповільнює виділення з організму аскорбінової кислоти, інсуліну, антибіотиків, знижує вміст холестерину в крові, впливає на обмін жовчних кислот, має анафілактичну дію, зумовлює пролонговану дія багатьох лікарських речовин. Пектин зв'язує стронцій, кобальт, радіоактивні ізотопи. Велика частина пектинів не перетравлюється і не всмоктується організмом, а виводиться з нього разом з шкідливими речовинами. Пектини покращують травлення, знижують процеси гниття в кишечнику і виводять отруйні продукти обміну, що утворюються в самому організмі; сприяють виробленню в кишечнику вітамінів групи В, особливо В12, життєдіяльності і зростанню корисних мікроорганізмів в кишечнику, виведенню зайвої кількості холестерину.

Пектин яблук затримує розмноження грипозного вірусу "А", зменшує наслідки ртутного і свинцевого отруєння, сприяє виведенню свинцю з кісткової тканини. Пектин у відносно великих кількостях міститься в овочах (0,4...0,6%), фруктах (від 0,4% у вишнях до 1% в яблуках, але особливо багато в шкірці – від 1,5% в яблучній до 30% в цитрусовій) і ягодах (від 0,6% у винограді до 1...2% в чорній смородині), а також в суниці, журавлині, апельсинах, калині та ін.

У промислових масштабах пектин отримують з буряка, віджатих лимонів, яблук і інших продуктів. Він широко використовується в харчовій промисловості для виробництва джемів, зефіру, мармеладу, повидла.

У ламінарії є присутньою *альгінова кислота* – аналог пектиновій кислоті. Вона складається із залишків D-мануронової і D-гулуронової кислот, з'єднаних β-глікозидними зв'язками. У водоростях альгінова кислота присутня у вигляді солей кальцію, магнію, натрію і т.д. і складає до 30% сухої маси водоростей.

Лігніни є безвуглеводними речовинами клітинної оболонки, що складаються з полімерів ароматичних спиртів. Лігніни в людському організмі здатні зв'язувати солі жовчної кислоти і інші органічні речовини, а також уповільнювати або

порушувати абсорбцію харчових речовин в товстому кишечнику. Багато лігніну мітиться в шкірочці кабачків.

Органічні кислоти — одні з найважливіших речовин у хімічному складі плодів та овочів. У зрілих плодах зерняткових та кісточкових переважає яблучна кислота, а в недозрілих — янтарна. Великий вміст яблучної кислоти в кизилі, горобині, помідорах. Лимонна кислота переважає в ягодах смородини, малини, суниць, журавлини, ожини, в цитрусових, а винна — у винограді та абрикосах. У молодих листках шпинату, щавлю, ревеню містяться яблучна та лимонна кислоти, а в старих — щавлева. Як правило, органічні кислоти витрачаються у процесі дихання. Під час зберігання зерняткових плодів вміст кислот знижується і це часто є ознакою настання того чи іншого ступеня стиглості. Кислоти, як і цукри, добре розчиняються у воді. Вміст кислот є показником смакової гами продуктів консервування, тому поряд із вмістом цукрів органічні кислоти є показником при розрахунках для визначення рецептури консервів та у виноробстві. Вміст органічних кислот враховують при визначенні режиму стерилізації: чим він більший, тим нижча температура стерилізації. При виготовленні консервів біохімічним способом потрібно знати оптимальне значення pH, за якого ферменти активно взаємодіють: для амілози pH дорівнює 4,9 - 5,2, для тирозинази 6,5 - 8, пектази 4,3, мальтази дріжджів 6,1 - 6,8.

Глікозиди — сполуки вуглеводнів із спиртами, альдегідами, фенолами, сірчистими чи азотистими сполуками. Містяться переважно у шкірочці і зумовлюють колір та аромат плодів і овочів. Багато глікозидів токсичні для мікрофлори, наприклад, позеленіла (соланіну > 15 мг) картопля рідше уражується хворобами. Під дією кислот глікозиди розщеплюються на цукор та аглюкон. Серед глікозидів в овочах і плодах містяться переважно: аллілпропілдисульфіт (в цибулі 0,01 - 0,02 %), соланін (у плодах родини пасльонових — баклажанах, помідорах, особливо недозрілих, та в позеленілих бульбах картоплі), амигдалін (в насінинах кісточкових, особливо гіркого мигдалю — 2 - 8 %, абрикоса — 0,5 %). Амигдалін — це сполука дисахариду гентібіози з аглюконом, який під впливом ферменту емульсину розщеплюється на синильну кислоту та бензойний альдегід. У брусниці та журавлині міститься вакцинін, аглюконом якого є бен-До глікозидів належать також фенольні речовини — антоціани, катехіни, лейкоантоціани, флавоноли, які крім асептичних властивостей надають плодам забарвлення, зумовлюють Р-вітамінну цінність та смакові властивості. Зокрема, жовте забарвлення шкірки та м'якоті плодів пов'язане із вмістом кверцетину (лушпиння цибулі), гесперидину (шкірки цитрусових). Червоного та фіолетового забарвлення плодам надають антоціани, розчинені в клітинному соці. Залежно від pH середовища колір їх змінюється — у кислому переважає червоний, а в лужному — синьо-фіолетовий.

Вміст металів у плодах зумовлює під час консервування зміни натурального забарвлення, що псує товарний вигляд продукції. Багато антоціанів змінюють забарвлення при зберіганні консервів на світлі. Інші фенольні речовини, наприклад жиророзчинні ксантофіл та каротин, відіграють роль не тільки пігментів, а й активних метаболітів (вітамінів). До цієї групи речовин належать кофейна та хлорогенова кислоти (в каві), хінна (в яблуках і винограді), кверцетин (у чаї).

До *поліфенольних сполук* належать дубильні речовини (катехіни та ін.). Серед них є такі, які під дією ферментів і кислот окислюються, утворюючи темнозабарвлені продукти. Отже, при підготовці до консервування нарізані плоди залишати на повітрі не можна. Катехіни утворюють чорно-зелене забарвлення з солями заліза, тому пристосування для подрібнювання та апаратуру виготовляють тільки з нержавіючої сталі. Здійснюють також обкурювання різаних плодів, призначених для сушіння. Катехіни під дією ферментів не окислюються.

До фенольних речовин належать також фітоалексини, що утворюються після травмування тканин картоплі.

Плодоовочеві культури багаті на ***вітаміни***, зокрема на аскорбінову кислоту, яка легко окислюється на повітрі, тому при подрібненні продукції значна частина її окислюється. Одні плоди містять більше вітаміну С в недозрілому (смородина, зелена цибуля та ін.), інші — в дозрілому (суниці, яблука, груші, кісточкові та ін.) стані. Інші вітаміни (А, В, Е, К, групи В) стійкіші й добре зберігаються у консервованій продукції.

Слід відмітити, що в багатьох овочах і фруктах містяться важливі “вітаміноподібні” речовини, які не є істинними вітамінами, але проявляють замітну фармакологічну дію. Так в капусті виявлений протиязвовий фактор (сприяє заживленню ран) який називається вітаміном U. В смородині, шипшині, яблуках виявлені біофлавоноїди, що підвищують ефективність вітаміну С. В чорноплідній горобині і шипшині є речовини, похідні нафтохінона, який володіє ефективністю вітаміну К.

У плодах та овочах є невелика кількість *ліпідів* — жирів, восків, терпеноїдних фосфатидних сполук та деяких ефірних олій і масел. Вони відіграють важливу роль в обміні речовин, входять до структури клітинних мембран, зумовлюючи їх вибіркову проникність, виявляють захисну роль проти мікроорганізмів, беруть участь у регулюванні активності ферментів, сповільнюють процеси обміну під час зберігання (період спокою бульб, цибулин), коли зовнішній шар протоплазми насичений ліпідним шаром. Вміст жиру у внутрішніх тканинах невеликий (до 1 %), а в зовнішніх (кутикулі) — значно більший. Найбільше жиру в насінинах плодів та овочів. Жироподібні речовини, або воски, — хімічно стійкі сполуки, які погано розчиняються в сильних розчинниках і не змочуються водою. Віск покриває кутикулу і разом з нею відіграє роль мембрани з вибірковою проникністю. Отже,

воскокутикулярний шар визначає характер та інтенсивність дихання плодів та овочів, а товщина і склад його впливають на збереженість їх, яка зумовлена здатністю протидіяти мікрофлорі. До складу кутикули входять переважно терпени, стероїди, стерини.

Під час зберігання товщина кутикулярного шару збільшується, склад його змінюється, у зв'язку з чим змінюється здатність шкірних покривів протистояти хворобам. Отже, воскоподібні речовини поліпшують збереженість продукції. Однак при переробці продукції, наприклад сушінні, вони перешкоджають випаровуванню вологи. Тому плоди, призначені для сушіння, обробляють розчином лугу, який розчиняє віск, внаслідок чого на плодах утворюється так звана «сітка» і вони швидко сушаться. Деякі плоди (цитрусові, часник), навпаки, покривають шаром воску для більш тривалого їх зберігання.

Крім органічних, плоди та овочі містять багато ***мінеральних речовин,*** які відіграють важливу роль не тільки у водному, мінеральному, а й у білковому, жировому та вуглеводному обмінах, оскільки входять до складу білків, ферментів, вітамінів. Вміст мінеральних речовин становить від 0,5 до 1,5 % з переважанням лужних іонів.

Велике значення для зберігання має наявність у клітинах плодів і овочів кальцію. При його низькому вмісті спостерігаються підвищення інтенсивності дихання та швидке старіння плодів, зокрема зерняткових. Фосфор, знаходячись у певному співвідношенні з калієм та натрієм, зумовлює буферність клітинного розчину. Іони калію та натрію втримують у клітинах зв'язану воду. Магній входить до складу хлорофілу, молібден сприяє засвоєнню азотистих речовин. Недостатній вміст міді та бору викликає захворюваність плодів при зберіганні. Марганець, мідь, цинк беруть участь у регулюванні окисно-відновних процесів, залізо та магній поліпшують хімічний склад плодів.

Органічні і мінеральні речовини становлять невелику частку в хімічному складі більшості плодоовочевої продукції (10 -*20%,* а в огірках, редисці та листяних 3-7 %), решта — вода (80 - 97 %). Це зумовлює високий рівень процесів життєдіяльності плодів та овочів, Що призводить при зберіганні до великих втрат запасних речовин. Зв’язаної води у плодах мало, тому вони швидко в'януть, випаровуючи вільну вологу при низькій відносній вологості повітря. Велика обводненість викликає травмованість плодів, а наявні у клітинному соці легкорозчинні речовини є середовищем, на якому швидко розвиваються мікроорганізми, спричинюючи гниття, що робить плоди непридатними для використання. Наприклад, цибуля і картопля, які перебувають у стані спокою, виділяють під час дихання теплоти 1-3 МДж/т за добу, а капуста — до 4 МДж/т за годину. Інтенсивність дихання залежить переважно від фізіологічного стану овочів. Після механізованого збирання, коли плоди травмовані, інтенсивність їх дихання зазвичай досить висока. Для бульб та коренеплодів її можна порівнювати з інтенсивністю дихання плодів у процесі заживлення ран (табл. 34). Щодо

інших плодів треба цілеспрямовано знижувати інтенсивність дихання, штучно створивши середовище з низькою температурою та з меншим доступом кисню.

Таблиця. **Вплив умов середовища на товщину шару загоювання ран на бульбі картоплі, мк (за С. Ф. Поліщуком)**

Лікувальний період, діб	Відносна вологість повітря, %					
	45 - 50		75-80		85-95	
	Температура зберігання, °*С*					
	18-20	14-16	18-20	14-16	18-20	14-16
4	183	152	179	161	246	172
12	223	297	234	267	341	317
16	341	332	328	341	396	340
30	340	335	330	338	397	345

Дослідження останніх років дали змогу виявити різну інтенсивність дихання різних тканин плода: у шкірних покривах та підшкірній тканині завдяки доброму доступу кисню вона вища, ніж у внутрішніх тканинах.

Період спокою у плодів може бути довгим — з низькою і коротким — з високою інтенсивністю дихання. Поняття спокою притаманне для бульб, коренеплодів, цибулин, головок капусти та інших, тобто для рослин з дворічним циклом розвитку. У період спокою в них відбувається диференціація бруньок. Для кожного виду овочів лише за певних температурних умов відбувається проходження диференціації — закладання генеративної бруньки, з якої розвиватиметься квітконос. Тому залежно від цільового призначення закладеної на зберігання овочевої продукції або створюють відповідні умови для проходження диференціації бруньок (для овочів насінного призначення, з яких у наступний вегетаційний період вирощуватимуть насіння), або, навпаки, запобігають їй — восени у коренеплодів продовольчого призначення зрізують верхівкову бруньку.

У фруктів, ягід, плодових овочів, які містять насіння, природного періоду спокою немає. Через високу інтенсивність їх дихання насіння всередині плода (яблук, помідорів, ягід та ін.) швидко достигає і строк зберігання закінчується. Враховуючи це, для продовження періоду дозрівання насіння штучно створюють несприятливі для інтенсивного дихання умови (холод, зміна газового складу повітря) і осягають пізнішого настання фізіологічної (повної) стиглості, яка збігається з набуттям плодом найкращих товарних та харчових якостей (плодові овочі, яблука, айва, груші, цитрусові та ін.). Ці плоди не мають здатності заліковувати пошкодження, тому в день збору їх закладають у холодильники, що є однією з умов тривалого зберігання.

Підвищення інтенсивності дихання плодоовочевої продукції через деякий час після зберігання (навіть у холодильниках) зумовлене різними причинами. Так, для бульб, коренеплодів, цибулевих, капустяних настає такий період, коли починається їх проростання, і в цей час інтенсивність дихання збільшується в десятки разів. У деяких плодових (яблук, груш, слив та ін.) вона зростає наприкінці дозрівання насіння, і цей період називається *клімактеричним.* Він збігається з періодом дозрівання насіння. Потім м'якоть плода уже не потрібна для достигання насіння, оскільки між ними втрачається функціональний зв'язок, і тканина плода швидко перезріває, втрачаючи свої товарні та споживчі якості. Багато плодів (цитрусові, дині та ін.) не мають виражених ознак клімактеричного періоду, однак після досягнення насінням стиглості лежкість їх знижується.

При проходженні періодів будь-якого фізіологічного стану на інтенсивність дихання впливають температура (чим вона вища, тим більша інтенсивність дихання), вологість і доступ кисню (табл. 35). Зокрема, вологість по-різному впливає на збереженість плодів. У одних (цибулеві) з підвищенням відносної вологості повітря посилюється інтенсивність дихання, в інших, навпаки, із зниженням відносної вологості повітря порушується стан тургору, що призводить до посилення інтенсивності дихання.

При більшому доступі кисню (наприклад, до порізаних плодів та бульб), а також при будь-якому коливанні температури інтенсивність дихання підвищується. Для деяких видів плодів існує залежність інтенсивності дихання від температури та газового складу повітря.

Загальним правилом при зберіганні всіх плодів є зниження інтенсивності дихання з обмеженням доступу до них кисню.

Тривалість періоду спокою є характерною особливістю певного сорту— у пізніх сортів він більш тривалий, у ранніх — менш тривалий. Він також залежить від кількості запасних поживних речовин У плоді — чим їх більше, тим довший цей період. Нездатність до проростання у перший період спокою, як правило, пов'язана з відсутністю поділу клітин, поштовхом до якого є нагромадження певної кількості нуклеїнових кислот, які сприяють початку поділу клітин, тобто початку проростання. Для їх утворення потрібна енергія, що вивільняється під час дихання.

Тривалість періоду спокою пов'язана також з наявністю природних інгібіторів у плодах, кількість яких максимальна на початку і майже відсутня наприкінці їх зберігання. Проростання прискорюється також етиленом, що утворюється *у* плодах при анаеробному диханні, яке завжди відбувається у внутрішніх тканинах.

Усі фактори, що посилюють інтенсивність дихання (температура, наявність кисню, коливання температур та ін.), спричинюють появу енергії, яка не вся йде на підтримання життєдіяльності організму. Надлишок її викликає синтез усіх фракцій РНК та появу фракції високомолекулярної РНК, з утворенням яких змінюється фізіологічний стан меристеми і

вона починає ділитися, приводячи до іншого фізіологічного стану весь організм — закінчення періоду спокою та початку проростання. Для гальмування періоду проростання використовують різні інгібітори (найчастіше гідра — кислу 2-хлоретил-фосфонову кислоту), які одночасно підвищують стійкість овочів проти хвороб.

Загальною особливістю овочів, фруктів, ягід, призначених для зберігання, є набуття ними стану зрілості. У більшості плодів та овочів розрізняють знімальну, технічну (технологічну) та споживчу стиглість. Ягоди і більшість кісточкових не дозрівають у процесі зберігання, тому у них знімальна, технічна і споживча (фізіологічна) стиглість настають одночасно.

Для плодів зерняткових та помідорів характерні всі три ступені стиглості, їх збирають залежно від цільового використання та строків стиглості. Ранні сорти, наприклад ранньостиглі яблука, збирають раніше за настання технічної (технологічної) стиглості з тим, щоб при транспортуванні до місць переробки залишався час для настання технічної стиглості, але так, щоб не настало перезрівання. Помідори можна збирати з різним ступенем стиглості залежно від цільового призначення, їх знімальна стиглість може бути одночасно технологічною, споживчою та фізіологічною при збиранні у фазі червоної стиглості (вона ж є фізіологічною і технологічною, якщо помідори використовують для виготовлення томатопродуктів).

Знімальна стиглість пізніх зерняткових сортів не завжди збігається із споживчою (фізіологічною) й технологічною (для переробки придатні плоди майже споживчої стиглості). Це треба враховувати при зберіганні, що дає змогу розтягнути строки споживання свіжої плодоовочевої продукції у міжсезоння.

Знімальну стиглість продукції кожного сорту визначають за певними властивостями. Передчасно зібрані плоди не набувають таких властивостей і споживчих якостей при подальшому дозріванні, а при запізненні із збиранням зерняткових пізніх строків дозрівання тривалість цього періоду скорочується, а лежкість погіршується. Найкращі споживчі якості мають плоди, зібрані в оптимальні строки. Вони характерні для кожного сорту. Визначають ці строки за забарвленням м'якоті й шкірки, консистенцією, крохмальною пробою, станом насіння, а також за сумою ефективних температур у вегетаційний період.

Строк збирання врожаю за крохмальною пробою (вмістом крохмалю у плодах) визначають за допомогою п'ятибальної шкали. Так, яблука зимових сортів можна закладати на тривале зберігання при оцінці 3-4 бали.

У процесі дозрівання плодів змінюються їх хімічний склад, консистенція і зовнішній вигляд. Ягоди й більшість кісточкових збирають при досягненні ними повної (фізіологічної) зрілості, коли хімічний склад їх оптимальний і характеризується, залежно від сорту, певним співвідношенням сухих речовин і води. Серед сухих речовин на початку дозрівання

переважають сахароза, а наприкінці — моносахариди, збільшуються цукрово-кислотний коефіцієнт, вміст воскоподібних та поліфенольних (каротиноїдів, флавонолів, антоціанів) речовин, знижується вміст хлорофілу, протопектину, дубильних речовин та органічних кислот. Кількість органічних кислот зменшується і, крім того, вони змінюються якісно, наприклад у яблуках янтарна кислота перетворюється на яблучну. Частина цих кислот використовується на дихання, решта — піддається декарбоксилюванню, в результаті чого утворюється ацетальдегід, що спричинює побуріння тканин та зміну смаку плода. У плодах і ягодах також зростає вміст етилену, який, виділяючись, прискорює процес дозрівання. На цій здатності ґрунтується, наприклад, дозарювання помідорів. Коли треба подовжити строк зберігання вентилюванням, видаляють утворюваний етилен.

При дозріванні плодів хлорофіл перетворюється на каротин та інші барвники, які збагачують плоди на вітаміни. Вміст аскорбінової кислоти у більшості ягід (крім смородини), в кісточкових та зерняткових збільшується під час дозрівання, а в овочах (цибулі, капусті) й картоплі, навпаки, знижується.

Змінюється також склад азотистих речовин. У більшості плодів та ягід кількість білків зростає до початку настання фізіологічної зрілості. Азотисті речовини беруть участь у багатьох реакціях вуглеводного та жирового обміну. При перезріванні плодів білкові речовини розпадаються до кетокислот та аміаку. Кетокислоти при подальших окисно-відновних перетвореннях розщеплюються до одноатомних спиртів і разом з іншими продуктами неповного окислення надають плодам специфічного запаху й смаку.

Споживати плоди треба не перезрілими, а дозрілими, коли вони мають найкращі споживчі якості завдяки оптимальному хімічному складу, який визначає їх харчову та біологічну цінність.

Найчастіше (але не завжди) настання споживчої стиглості визначають за забарвленням плодів та їх консистенцією. Якщо вони зібрані у знімальній зрілості, то нормально дозрівають, набуваючи характерних для сорту зовнішнього вигляду та смаку. Зібрані зарано плоди кісточкових (черешні, вишні, сливи) не набувають фізіологічної стиглості під чає зберігання і залишаються погано забарвленими, мають велику кислотність, містять мало цукрів, бідний хімічний склад. Те саме спостерігається і з зарано зібраними яблуками: вони зберігаються дуже довго, але так і не набувають характерних для сорту смакових і товарних якостей. Наприклад, яблука сорту Кальвіль сніговий, зібрані у стадії зеленої м'якоті, залишаються з такою самою м'якоттю до травня, мають водянистий смак, тобто мало містять цукрів і кислот.

Зміна консистенції плодів пов'язана із якісними та кількісними змінами пектинових речовин. Відомо, що під час їх дозрівання знижується міцність тканин. Зміна міцності шкірки пов'язана із зменшенням міцності клітковини, вмісту протопектину, який є в

клітинних стінках на початку зберігання, та перетворенням його на більш розчинні сполуки — пектин і пектинову кислоту, що надають плодам кращого смаку, але знижують їх твердість. Наприкінці зберігання на поверхні деяких плодів утворюється більше воскових речовин.