

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В. Н. КАРАЗІНА

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Конспект лекцій
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня денної
форми здобуття освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта
(Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції
та харчові технології)»

Електронний ресурс

Харків – 2025

УДК 664.6 584.19

Б 63

Рецензенти:

Євлаш В. В. – доктор технічних наук, професор, зав. кафедри хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування Державного біотехнологічного університету;

Литвин О. О. – доктор фізико-математичних наук, професор, в.о. зав. кафедри харчових технологій легкої промисловості і дизайну Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія» Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 8 від 28 березня 2025 року)*

Б 63

Біологічно активні сполуки в харчових продуктах: конспект лекцій для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня денної форми здобуття освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології)» [Електронний ресурс] / укладачі І. В. Цихановська, О. В. Александров, А. А. Глущенко. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 146 с.)

Конспект лекцій розроблено для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми здобуття освіти за спеціальністю 015 Професійна освіта (Аграрне виробництво, переробка сільсько-господарської продукції та харчові технології). У конспекті лекцій розглянуті дані щодо класифікації, біохімічного складу та фізіологічних функцій біологічно активних речовин сільсько-господарської сировини. Детально розглянуто аспекти використання біологічно активних речовин для збагачення харчових середовищ та виробництва дієтичних добавок, а саме: технологічні аспекти збагачення традиційних харчових середовищ, проектування та виробництво ефективних поліфункціональних збагачувачів і дієтичних добавок.

Даний конспект лекцій складаються з 6 тем. Наведено необхідний список літератури.

УДК 664.6 584.19

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2025

© Цихановська І. В., Александров О. В., Глущенко А. А., уклад., 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА		4
Розділ 1	КЛАСИФІКАЦІЯ, БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК	5
Лекція 1	Вступ. Біологічно активні сполуки: визначення, класифікація, біохімічний склад та фізіологічні функції	5
Лекція 2	Біологічно активні речовини як основний чинник фізіологічних ефектів їжі	22
Лекція 3	Біологічна активність макронутрієнтів та мікронутрієнтів	54
Розділ 2	ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ХАРЧОВИХ СЕРЕДОВИЩ ТА ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	86
Лекція 4	Технологічні аспекти збагачення харчових середовищ	86
Лекція 5	Поліфункціональні збагачувачи рослинного походження для збагачення харчової продукції	112
Лекція 6	Функціональне спрямування харчових продуктів, збагачених різними біологічно активними добавками	134
Література		144

ПЕРЕДМОВА

Біологічно активні сполуки в харчових продуктах – це дисципліна, що вивчає природні компоненти їжі, які впливають на життєдіяльність організму, його здоров'я та обмінні процеси.

Біологічно активні сполуки відіграють важливу роль у забезпеченні нормального функціонування людського організму, оскільки беруть участь у ключових біохімічних процесах, впливають на обмін речовин, зміцнюють імунітет та сприяють профілактиці хронічних захворювань. Сучасні наукові дослідження підтверджують значний вплив харчових компонентів на здоров'я людини, що зумовлює необхідність глибокого вивчення їхньої природи, механізмів дії та методів оптимального збереження у харчових продуктах.

З огляду на це, вивчення дисципліни «Біологічно активні сполуки в харчових продуктах» спрямоване не лише на засвоєння теоретичних знань, а й на формування практичних навичок, необхідних для аналізу складу харчових продуктів, оцінки їхньої біологічної цінності та розробки рекомендацій щодо раціонального харчування. Розуміння ролі цих сполук є важливим для майбутніх фахівців у сфері харчової промисловості, нутриціології, медицини та дієтології, адже саме правильне поєднання продуктів та контроль їхнього складу можуть суттєво покращити якість життя і загальний стан здоров'я населення.

Предмет охоплює широкий спектр біохімічних сполук, таких як вітаміни, мінерали, амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, флавоноїди та інші речовини, що беруть участь у регуляції фізіологічних функцій. Знання про ці компоненти є ключовими для формування здорового харчування, розробки функціональних продуктів і оцінки їх впливу на організм людини.

Метою викладання дисципліни «Біологічно активні сполуки в харчових продуктах» є надання здобувачам вищої освіти ґрунтовних теоретичних знань і практичних навичок щодо ролі біологічно активних речовин у харчових продуктах, їх властивостей, джерел, впливу на організм та можливостей збереження біологічної цінності при обробці та зберіганні.

Основними завданнями дисципліни є вивчення хімічної природи та функцій біологічно активних сполук, аналіз їхнього вмісту в різних видах харчових продуктів, оцінка стабільності цих речовин під час переробки та зберігання, дослідження їхнього впливу на метаболічні процеси людини, а також ознайомлення з методами оцінки біологічної активності харчових продуктів.

У результаті вивчення курсу студенти повинні вміти визначати джерела біологічно активних сполук у харчових продуктах, оцінювати їхню якість і стабільність, розуміти їхню роль у функціонуванні організму та застосовувати ці знання для розробки раціонів здорового харчування та контролю якості харчових продуктів.

Розділ 1 КЛАСИФІКАЦІЯ, БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК

Лекція 1. Вступ. Біологічно активні сполуки: визначення, класифікація, біохімічний склад та фізіологічні функції

План лекції

1.1. Біологічно активні речовини – основа метаболічних процесів в організмі людини

1.2. Особливості використання БАР харчових продуктів в екстремальних умовах життєдіяльності

Література: [1] с.1-18.

1.1. Біологічно активні речовини – основа метаболічних процесів в організмі людини

Сучасна наука припускає, що **фізичні, інтелектуальні та духовні сили людини взаємопов'язані на ще не досить вивченому, глибокому рівні. І дуже ймовірно, що в усіх цих сил одна й та сама основа – харчування.** Бо поліпшені якості навіть звичайної, повсякденної їжі (не кажучи вже про функціональні продукти) неодмінно покращують дію всіх органів та систем, що дає підстави стверджувати: **відновлення здоров'я починається з фізичного стану потім поширюється на всі інші, включаючи інтелект та духовність.**

І спорідненість, і відмінність харчових продуктів визначається передусім їхнім складом, тобто тією композицією біологічно активних речовин, яка властива конкретному продуктові.

Біологічно активні речовини не лише забезпечують організм людини енергетичним та пластичним матеріалом, а й оптимізують і контролюють конкретні фізіологічні функції, тисячі біохімічних реакцій, сприяють підтриманню і поліпшенню стану здоров'я, знижують ризик виникнення захворювань і прискорюють процес одужання, забезпечують захист організму від несприятливих чинників довкілля.

На сьогодні констатовано незаперечні дані щодо взаємозв'язку багатьох біологічно активних речовин у раціонах харчування і здоров'я людини, узагальнення і аналіз результатів яких привели до утвердження триєдиної системи «людина – харчування – здоров'я».

Ці ж результати стали теоретичною базою концепції здорового та функціонального харчування. І біологічно активні речовини, що забезпечують нутрієнтні потреби людини, у наповненні цих концепцій знайшли своє місце як **функціональні інгредієнти.**

Тому за аналогією з визначенням терміна «функціональні інгредієнти» правомірним є твердження, що **до біологічно активних речовин відносять біологічно та фізіологічно активні, безпечні речовини з точними фізико-хімічними характеристиками, для яких виявлено та науково обґрунтовано позитивний вплив на поліпшення та збереження стану здоров'я людини,**

установлено і схвалено норму щоденного вживання у складі харчових продуктів.

Сприятливі ефекти, що їх справляють біологічно активні речовини на організм людини, фахівці пов'язують із різними видами фізіологічного впливу. Основними серед них визнано:

- **позитивний вплив** на метаболізм нутрієнтів (підтримання енергетичного балансу, нормалізація маси тіла, рівня глюкози, інсуліну та триацилгліцеридів у крові тощо);

- **захист організму** від сполук оксидантної активності;

- **позитивний вплив** на серцево-судинну систему;

- **позитивний вплив** на функціонування шлунково-кишкового тракту і стан кишкової мікрофлори;

- **фізіологічний вплив** на стан імунної системи;

- **клітинний обмін** речовин в організмі;

- **синтез** необхідних сполук для життєдіяльності організму;

- **каталіз** біохімічних реакцій в організмі.

Тобто, саме завдяки наявності у харчових продуктах різноманітних біологічно активних речовин раціонально організоване харчування виявляє імуномодулюючий, біорегуляторний, реабілітаційний та інші позитивні впливи на органи, системи та функції організму людини.

Пророчими виявилися слова академіка О. Покровського, який ще в 1970-ті роки минулого століття висунув твердження, що **їжу потрібно розглядати** не лише як будівельний матеріал та енергію, **а й як складний фармакологічний комплекс**, оскільки компоненти їжі є біологічно активними речовинами.

Сучасні досягнення медичної та біологічної наук, нутриціології та фармаконутриціології підтвердили глибокий зміст учення О. Покровського і визнали **біологічно активні речовини їжі істинним джерелом життя** і основою метаболічних процесів в організмі людини.

З'ясування біологічної ролі більшості з них стало одним з найважливіших досягнень як медичної науки, так і біології в цілому. Даний напрям інтенсивно розвивається вітчизняними та зарубіжними ученими, і підхід до біологічно активних речовин харчових продуктів як до складного фармакологічного комплексу набирає все більшого теоретичного та багатоцільового практичного значення у різних сферах харчових технологій.

Однією з найважливіших властивостей БАР є їхня **біологічна активність**. Вона залежить від рівня рН середовища, температури і може втрачатись у процесі нагрівання продукту в результаті підвищення локальних значень температур, утворення нерівномірності потоків розчину, перегріву пристінного шару розчину понад температури термічної стійкості та тривалому часі оброблення.

За одиницю біологічної активності будь-якої хімічної речовини, в тому числі БАР, приймають кількість цієї речовини, здатної пригнічувати

розвиток чи затримувати ріст певного числа клітин, тканин стандартного штаму (біотесту) в одиниці поживного середовища.

Для кожного виду БАР існують свої методи визначення біологічної активності. Так, для ферментів метод визначення активності полягає у реєстрації швидкості зникнення субстрату (речовини, на яку діє фермент) чи швидкості утворення продуктів реакції. Активність виражають у міжнародних одиницях (МО – це така кількість ферменту, яка при заданих умовах каталізує перетворення 1 мікромоля субстрату за 1 хв.). При проведенні досліджень активність дослідного зразка порівнюють із активністю стандартного зразка при однакових умовах і розраховують активність у відповідних одиницях МО.

Наприклад, для кожного вітаміну існує свій метод визначення біологічної активності. Ці методи складні й вимагають використання високоточного, дорогого та складного обладнання (спектрофотометрів, флуорометрів тощо), багатьох хімічних реактивів і проведення складних розрахунків. При проведенні досліджень необхідно мати досвід роботи з обладнанням, хімічними речовинами, мати навички побудови калібрувальних графіків. До найбільш розповсюджених методів належать методи візуального титрування, високоефективної хроматографії та інверсійної вольтамперометрії.

При виробництві БАР для потреб харчової та фармацевтичної промисловості на стадіях, зазначених у технологічному регламенті, проводять контроль якості отриманої продукції за різними категоріями. Серед них однією з найголовніших є задана для певного виду БАР **біологічна активність**. Тому при виробництві БАР дуже важливо правильно підібрати технологічні режими їх отримання, які б забезпечували максимальну якість при мінімальних затратах енергоресурсів.

Біля витоків учення про біологічно активні речовини їжі як надзвичайно складний хімічний та фармакологічний комплекс стояли найвидатніші учені колишнього СРСР. Так, академіки О. Покровський та О. Несмеянов першими довели, що їжа містить сотні основних і тисячі мінорних компонентів, здатних справляти виражені та різнобічні фізіологічні ефекти на організм людини. Завдяки цим відкриттям дослідження біологічно активних речовин харчових продуктів було включено до сфери **науки про хімію природних сполук**, засновником якої став академік М. Шемякін.

Арсенал учених постійно поповнюється новими даними про те, що дефіцит у раціоні харчування певних БАР, харчова та нутрієнтна недостатність різко знижують захисні сили організму людини, його здатність адекватно реагувати на несприятливі чинники довкілля, що призводить до виникнення й розвитку багатьох хвороб, передусім аліментарно-залежних.

З точки зору сучасних уявлень **БАР поділяють на дві групи: ендогенні та екзогенні**.

До **ендогенних** належать хімічні елементи (азот, водень, кисень, натрій, калій тощо), низькомолекулярні регулятори (глюкоза, адреналін,

ацетилхолін, АТФ тощо) і високомолекулярні біополімери (ДНК, РНК, білки). Вони входять до складу живого організму і беруть участь у всіх процесах метаболізму, мають виражену біологічну активність.

Екзогенними є БАР, що надходять в організм із їжею (білки, ліпіди, вуглеводи, вітаміни тощо) або у вигляді лікарських препаратів. Між цими двома групами речовин немає різкої грані, адже, наприклад, білки, мінеральні речовини входять до складу і ендогенних, і екзогенних груп сполук.

З урахуванням взаємодії з організмом БАР поділяють на:

- **біоінертні**, які на засвоюються організмом (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, кремнійорганічні полімери, полікарбонат тощо);

- **біосумісні**, які повільно розчиняються або ферментуються в організмі (полісахариди, полівінілпіролідон, поліакриламід, полівініловий спирт, поліетиленоксиди, водорозчинні ефіри целюлози тощо);

- **біонесумісні**, які викликають ураження тканин організму (поліантрацени, деякі поліаміди та багато інших);

- **біоактивні** спрямованої дії (вінілін, полімери у поєднанні з лікарськими речовинами).

Біоінертні та біосумісні речовини широко застосовуються у виробництві ліків як допоміжні речовини, для отримання тари, пакувальних і конструкційних матеріалів, у харчових технологіях, зокрема при виробництві природних харчових сорбентів та при отриманні харчових продуктів, збагачених харчовою клітковиною та пребіотиками.

Слід зазначити, що з їжею до організму людини потрапляє і ряд неаліментарних **шкідливих біологічно активних речовин – ксенобіотиків** (радіонуклідів, пестицидів, нітрозамінів тощо). Проблемою їх знешкодження займаються науки токсикологія, гігієна та інші. У даному ж курсі ми поставили за мету звернути увагу і обґрунтувати необхідність використання корисних, аліментарних БАР у харчових виробництвах. Досвід зарубіжних та вітчизняних учених свідчить про те, що практично кожному традиційному харчовому продукту можна надати профілактичних, оздоровчих та лікувальних властивостей завдяки збагаченню необхідними біологічно активними речовинами.

Досі питання раціонального використання різноманітних біологічно активних речовин у харчових виробництвах **спеціально не розглядалися** ні нутриціологією, ні гігієною харчування, ні токсикологією, ні технологіями харчових продуктів. Періодично подавались поодинокі рекомендації щодо збагачення борошна вітамінами групи В, вітамінізації молока та молочних продуктів аскорбіновою кислотою, збагачення напоїв екстрактами лікарських трав.

Однак необхідність забезпечення всього населення України оздоровчим харчуванням потребує нових підходів до проблеми використання БАР у харчових технологіях, що ґрунтуються на наукових засадах, перевірених міжнародною практикою методами збагачення харчових

середовищ есенціальними нутрієнтами та шляхах інноваційного розвитку харчової промисловості.

Більш того, вирішення проблеми широкого використання незамінних та замінних БАР у харчових технологіях дає всі необхідні підстави для створення в Україні нової великої галузі харчових виробництв – **індустрії оздоровчих продуктів з оптимальним вмістом біологічно активних речовин**, що гарантують позитивний вплив на організм людей усіх вікових категорій.

Саме завдяки БАР спожита їжа встановлює гармонію між компонентами харчових продуктів та гомеостазом організму людини. І це є надзвичайно важливим чинником, адже мудра східна медицина абсолютно переконана в тому, що всі хвороби викликані внутрішнім дисбалансом, а здоровий раціон харчування, що містить усі необхідні БАР, спроможний усунути цей дисбаланс.

Розрахунки показують, що навіть оптимальний раціон сучасної людини, розрахований на енерговитрати у 2500 ккал, збалансований та різноманітний, є дефіцитним, наприклад, за більшістю вітамінів на 20...30 %.

Це пов'язано з тим, що окремі хімічні процеси каталізуються одночасно декількома взаємодіючими вітамінами. Наприклад, для процесу окислення молочної кислоти у піровиноградну, а останньої – на вуглекислоту та воду, необхідне оптимальне поєднання вітамінів В₁, В₂ та РР. За відсутності хоча б одного з них порушується цей життєво важливий цикл.

Тому лише завдяки збагаченню харчових продуктів необхідними БАР у кількостях, що відповідають добовим потребам організму, забезпечується **нормальний перебіг усіх біохімічних процесів**, зокрема пов'язаних із перетравлюванням та засвоєнням біокомпонентів їжі.

При розробленні способів використання БАР як збагачувачів традиційних харчових середовищ виникає ряд принципових питань. На це свого часу звернув увагу один із фундаторів науки валеології І. Брехман.

По-перше, вимоги до нешкідливості БАР-збагачувачів мають бути значно вищими, ніж до лікарських сполук. Це природно, адже ліки надходять в організм у значно менших кількостях і в набагато менші проміжки часу. Тому біологічно активні речовини та БАД до їжі повинні піддаватись більш ретельному контролю, ніж ліки. На жаль, сьогодні ця теза не реалізується. Навпаки, багато виробників фармпрепаратів рослинного походження намагаються сертифікувати їх як БАД до їжі, оскільки процедура контролю якості останніх у нинішніх умовах надзвичайно спрощена. Багато БАР рослинного і синтетичного походження ще недостатньо вивчені. Тому для збагачення харчових середовищ необхідно використовувати лише ті БАР, дія яких на людський організм **досконало вивчена у клінічних дослідженнях**.

Другим принциповим питанням є визначення дози БАР у складі рецептур харчових продуктів. Внесені збагачувачі лише тоді можуть мати статус біологічно активних речовин, якщо їхня кількість буде адекватною очікуваному ефектові. Недаремно одна з основних вимог до функціональних

інгредієнтів полягає у забезпеченні ними від 10 до 50 % добової потреби у конкретному інгредієнті.

І, зважаючи на безумовну роль біологічно активних речовин у функціонуванні організму людини, може, є сенс при розрахунку добового раціону враховувати не лише його калорійність, вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та мінеральних речовин, а враховувати й інші БАР, **внесок яких у гармонізацію діяльності усіх органів та систем не менш важливий**. Це, наприклад, біофлавоноїди – перше сімейство антиоксидантів, яким за результатами останніх наукових досліджень судилося стати стандартною частиною лікування раку, серцево-судинних та запальних захворювань.

Це **карнітин** – сполука, яка належить до замінних амінокислот, однак виявилася настільки необхідною, наскільки це можна уявити, оскільки без нього неможлива нормальна робота серцево-судинної системи.

Цілком очевидно, що наш організм виробляє цю амінокислоту, однак вона рідко буває в таких кількостях, котрі необхідні для підтримання оптимального здоров'я. Серце цілком і повністю залежить від карнітину; дві третини його енергопостачання надходять від жирів, котрі організм не може спалювати без допомоги карнітину.

При нестачі карнітину значно підвищується ризик кардіоміопатії – захворювання серцевого м'язу. Ця амінокислота захищає серцевий м'яз від ушкоджень, коли в результаті серцевого нападу або спазму судин різко знижується надходження кисню. Карнітин також допомагає корегувати найбільш руйнівний дисбаланс ліпідів крові – поєднання високої концентрації тригліцеридів із низьким рівнем ліпопротеїдів високої щільності.

Кожен, хто вживає карнітин безпосередньо або у складі харчових продуктів, отримує значний заряд енергії, оскільки амінокислота допомагає перетворенню жирових клітин на легкодоступне паливо і підвищує рівень деяких ферментів, необхідних для перероблення цукрів, крохмалю та інших вуглеводів. Карнітину потребують також особи зі зниженою функцією щитовидної залози (гіпотиреозом), оскільки він допомагає їм долати виснаження і тенденцію до ожиріння.

Тому продукти з оптимальним вмістом карнітину (500...1000 мг) здатні чинити профілактичний і лікувальний вплив. Найбагатшим і найкращим джерелом карнітину є яловичина (курятина, риба, яйця і молоко містять його у менших кількостях). Відомо, що їжа з високим вмістом білку та жиру стимулює виведення карнітину з організму. Високовуглеводні продукти теж не сприяють надходженню карнітину в організм, оскільки зернові та овочі містять дуже незначні кількості цієї кислоти.

Надійним шляхом надходження достатніх кількостей карнітину в організм є збагачення цією біологічно активною речовиною різних харчових середовищ, у тому числі напоїв.

Це **гама-аміномасляна кислота (ГАМК)** – амінокислота і водночас нейромедіатор, одна із хімічних сполук, котра забезпечує передачу нервових імпульсів між клітинами мозку. Дія естрогенів, вільних радикалів, саліцилатів або харчових добавок негативно впливає на внутрішні джерела ГАМК. Її вироблення можуть ускладнювати низькобілкова дієта, недостатні кількості цинку і вітаміну В₆, які допомагають організмові синтезувати цю цінну сполуку.

Коли мозок відчуває нестачу описаного нейромедіатора, в організмі можуть виникати деякі порушення функціонування органів та систем – тривожність, депресія, судоми. Лікувальне застосування ГАМК допомагає поліпшити мовлення і відновити втрачену пам'ять у людей після інсульту. Амінокислота зменшує вміст глюкози в крові, знижує кров'яний тиск і нормалізує серцеву діяльність. Не виключено, що подальші дослідження ГАМК можуть довести її винятковість серед усіх амінокислот.

Введення зазначеної БАР до складу харчових середовищ, напоїв, дієтичних добавок дасть можливість забезпечити організм людини її оптимальною концентрацією, яка, за літературними даними, коливається в межах від 500 до 4000 мг.

Можна назвати ще багато прикладів корисних фізіологічних ефектів різних біологічно активних речовин, однак і наведені факти підтверджують висловлену нами думку стосовно того, щоб при розрахунку добових раціонів ураховувати більшу кількість цінних БАР.

Слід зазначити, що у фармакології до біологічно активних речовин відносять лише ті сполуки, які у мінімальних кількостях справляють очікуваний терапевтичний ефект. Це, наприклад, алкалоїди, глікозиди тощо.

І тому іноді у наукових публікаціях зазначається, що, наприклад, «...з їжею щоденно приймається близько 1,5 г біологічно активних речовин, котрі складаються з 5000...10000 різних субстанцій». Потрібно чітко розуміння, що в даному разі йдеться лише про ті БАР, які у фармакології служать компонентами різних ліків.

З точки зору харчових технологій, як з'ясовано вище, спектр БАР набагато ширший, включає велику кількість екзогенних і ендогенних сполук, у тому числі й тих, які мають суто лікувальний характер (наприклад, кофеїн у складі кави та чаю), а також воду, без якої не відбувається жоден біохімічний процес в організмі.

Загалом, традиційне і нове покоління харчових продуктів, які позиціонуються як корисні для здоров'я (оздоровче, функціональне, оптимальне, позитивне харчування) з точки зору вмісту ефективних концентрацій БАР можна класифікувати за такими групами, виходячи з рекомендацій М. Роберфруа (2002) та на основі власних умовиводів:

1. *Харчові продукти, котрі від природи містять високі концентрації певного функціонального інгредієнта або групи БАР.*

Наприклад, висівки зі значною кількістю розчинних і нерозчинних харчових волокон; фрукти та овочі, у яких різноманітні БАР містяться в

оптимальних співвідношеннях; морські водорості як багате джерело мінеральних речовин.

2. *Харчові продукти, в котрих рівень конкретної біологічно активної речовини, пов'язаної з профілактикою або лікуванням певних хвороб, досягається збагаченням харчового середовища однією або групою БАР у ході технологічного процесу.*

Наприклад, отримання йодованої солі для подолання йододефіциту; отримання соків, пюре, молокопродуктів, збагачених кальцієм для профілактики остеопорозу; отримання продуктів, збагачених вітамінами А, С, Е для антиоксидантного захисту організму людини; отримання продуктів із підвищеним вмістом поліненасичених жирних кислот для запобігання атеросклерозу.

3. *Харчові продукти, збагачені нетиповим для них набором БАР.*

Наприклад, препаратами β -глюкану дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* (структурного, водорозчинного, біомодифікованого), які надають збагаченим продуктам імуномодулюючих властивостей (Шапкіна К.І., 2014 р.) або арабіногалактаном, отриманим із деревини сосни *Pinus silvestris* (Ломака О.В., 2014 р.). Цей полісахарид має високу фізіологічну активність: є ефективним пребіотиком і ентеросорбентом, виявляє гастропротекторну та антимікробну дію, уповільнює процеси пероксидного окислення ліпідів, має високу мембранотропність, що дає можливість використовувати його як транспортний засіб біологічно активних речовин.

Ця категорія харчових продуктів є особливо важливою. Європейське відомство з безпеки харчових продуктів (EFSA) у 2006 р. розробило принципово новий метод оцінки продуктів та інгредієнтів, які заявлено як такі, що «приносять користь для здоров'я». До списку біологічно активних речовин, що позиціонуються саме таким чином, передусім віднесли сполуки імуномодулюючої дії, функціональну спрямованість яких означили «для впливу на імунітет». Сюди належать вітаміни А, С, D, вітаміни групи В, мінерали (залізо, цинк, мідь, селен). Зазначений препарат дріжджового β -глюкану та інші подібні розробки розширюють традиційний список сполук-імуномодуляторів і дають можливість отримати з дешевої, доступної, безпечної сировини нові збагачувачі для використання у харчових технологіях.

4. *Харчові продукти, з яких видалено компоненти, що перешкоджають вияву фізіологічної активності присутніх у них функціональних інгредієнтів.*

Наприклад, це рослинні матеріали, котрі містять значні кількості антихарчових сполук і від яких можна позбавитися шляхом пророщування рослин (соя, квасоля, горох).

5. *Харчові продукти, у яких шляхом певної модифікації можна досягти підвищення біологічної або фізіологічної активності функціональних інгредієнтів.*

Наприклад, при подрібненні рослинних матеріалів у спеціальних апаратах – дезінтеграторах – досягаються ефекти дефектоутворення та активування компонентів матеріалів, що сприяє підвищенню їхньої біодоступності та засвоюваності живим організмом.

Необхідність сучасної харчової промисловості в інноваційних шляхах розвитку ставить перед вітчизняною наукою складні завдання, вирішення яких відкриває нові горизонти харчовим технологіям. І важлива роль у цьому відводиться раціональному, **обґрунтованому використанню цільових біологічно активних речовин**, харчових біодобавок, поліфункціональних комплексів. Саме вони дають можливість розширити асортимент і підвищити якість харчової продукції, створити нове покоління продуктів – спеціалізованих, збагачених, функціональних, геродієтичних та інших і забезпечити зростаючі потреби населення у здоровому харчуванні.

Аналіз світового та вітчизняного ринків харчових продуктів показує, що немає такої галузі харчової промисловості, де не знайшли б належного застосування БАР-збагачувачі та харчові біодобавки. Вони значною мірою визначають споживчі властивості продукції і сприяють підвищенню економічної складової виробничого процесу за рахунок обґрунтованого використання тих інгредієнтів, які не лише поліпшують харчову та біологічну цінність готового продукту, а й справляють необхідний технологічний ефект (наприклад, пектинові речовини як структуроутворювачі).

Тому розвиток харчової промисловості, орієнтований на розширення асортименту продукції масового, оздоровчого та спеціального призначення, на підтримання продовольчої безпеки в країні, сьогодні неможливо розглядати **без урахування стану індустрії харчових інгредієнтів**, харчових біодобавок, біологічно активних комплексів поліфункціонального призначення, котра починає розвиватись в Україні, витісняючи поступово імпорتنі поставки, використовуючи дешеву вітчизняну сировину і реалізуючи практичні напрацювання українських учених.

Харчова промисловість є багатогалузевою і використовує різні види сировини, різні технології. Це не дає можливості виробити єдиний підхід до застосування БАР для різних харчових середовищ. Необхідно в кожному конкретному випадку при підборі БАР, визначенні найбільш доцільної стадії їх внесення до системи тощо орієнтуватись на фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні характеристики сировини і обов'язково враховувати кількісно ті біологічно активні речовини, які входять до складу самої сировини.

Наприклад, при збагаченні борошна мінеральними елементами слід мати на увазі, що харчова основа містить дуже мало кальцію (до 20 мг / 100 г при добовій потребі 800...1200 мг на добу), тому ця БАР необхідна для збагачення борошна; водночас магнію в борошні більше (до 60 мг / 100 г), і за рахунок споживання 300 г хліба організм отримує до 180 мг магнію при його добовій потребі 350...400 мг. Результат таких розрахунків очевидний –

борошно не потребує додаткового внесення магнію, тим більше що кальцій і магній конкурують між собою в процесі засвоєння.

Відомо також, що хліб не збалансований за співвідношенням важливих макронутрієнтів – калію і натрію, оптимальне значення якого складає 2 : 1. Оскільки до рецептури хліба входить кухонна сіль, то уже за рахунок споживання 300 г хліба людина отримує близько 0,4...0,5 г натрію і лише 0,1...0,2 г калію. Тому для досягнення оптимального співвідношення між цими сполуками борошно необхідно збагачувати калієм і, за можливості, зменшувати вміст натрію.

Підбір БАР для збагачення харчових середовищ визначається також і **цільовим призначенням готового продукту**. Наприклад, продукт антиоксидантної дії повинен містити оптимальні кількості вітаміну А та каротиноїдів, вітамінів С та Е, а також мікроелемент селен.

1.2. Особливості використання БАР харчових продуктів в екстремальних умовах життєдіяльності

Організм людини є функціональною системою, всі елементи якої взаємодіють між собою, беруть участь у підтриманні гомеостазу при безперервному обміні речовин та енергії з навколишнім середовищем.

Установлено, що вплив таких негативних чинників, як підвищені нервово-емоційні та фізичні навантаження на тлі нестійких параметрів довкілля, призводять до посилення катаболізму білків, вітамінів та інших життєво важливих нутрієнтів. Така ситуація особливо характерна для спортсменів та військовослужбовців, передусім тих, які перебувають безпосередньо в зоні бойових дій.

У зв'язку з цим, **проблема** забезпечення таких контингентів раціонально збалансованим харчуванням **набирає особливої ваги і має стати актуальним предметом досліджень як науковців, так і практиків**.

Останнім часом теорія збалансованого харчування поповнена новими даними про потреби організму при різних захворюваннях і різних умовах проживання. Тому існуючий у нутриціології балансовий підхід до структури харчування, пов'язаний із нормативним забезпеченням у раціоні макро- та мікронутрієнтів відповідно до фізіологічних потреб людини, **потребує істотного корегування** при розробленні харчових раціонів осіб, що перебувають в екстремальних умовах життєдіяльності.

Підтвердженням цієї тези є результати досліджень (Ю. Депутат, 2010), на підставі яких автор зробив висновок, що, наприклад, фактичний і нормативний раціони харчування військовослужбовців строкової служби Збройних Сил України не відповідають нормам фізіологічних потреб цієї категорії населення. Причому виявлено кількісний дисбаланс білків, жирів та вуглеводів; надлишок білків рослинного походження і нестачу тваринних; незбалансованість амінокислотного та жирнокислотного складу харчових продуктів тощо.

На відміну від спортсменів, проблема забезпечення військових якісним харчуванням поки що не знайшла свого практичного вирішення, варто лише зазначити розробку Н.В. Притульської зі співавторами зі створення продуктів для ентерального харчування, призначених для пацієнтів з травмами, пораненнями і ураженнями.

Тому **важливим напрямом роботи** є формулювання наукових засад розроблення для військовослужбовців спеціальних харчових продуктів, адекватних умовам життєдіяльності.

В основу методологічної бази дослідження покладено методи наукового пізнання, системного підходу та узагальнення результатів наукових праць у даному напрямі.

Загалом для населення, що проживає в екстремальних умовах, харчові продукти повинні відзначатись сукупністю таких властивостей:

- **компенсувати** дефіцит біологічно активних компонентів, який виникає під впливом несприятливого навколишнього середовища;
- **покращувати** функціональний стан органів та систем організму;
- **підвищувати** захисні функції імунної системи організму;
- **підвищувати** фізичну витривалість, сприяти посиленню адаптаційних резервів організму і психологічної стійкості в екстремальних ситуаціях та комбінованій дії несприятливих чинників;
- **прискорювати** процеси відновлення метаболічних процесів після підвищених фізичних та нервово-емоційних навантажень;
- **покращувати** самопочуття, забезпечувати адекватні фізіологічні та психологічні реакції на стресори, запобігати духовній та психічній спустошеності.

На підставі досвіду вітчизняних та зарубіжних учених, логічних умовиводів можна виокремити декілька засадничих положень формування спеціального харчового раціону для військовослужбовців та інших спецконтингентів, які, в силу своєї діяльності, постійно піддаються негативним екстремальним впливам.

Аспект 1. З нашої точки зору, харчові продукти для таких контингентів мають посісти **статус спеціальних**, і їх потрібно розглядати у новій якості – як **носії широкого спектру біологічно активних речовин**, що беруть участь у всіх процесах фізіологічного та гормонального регулювання діяльності організму людини і, залежно від якісного та кількісного складу, надають продуктам профілактичних, оздоровчих та лікувальних властивостей.

Призначення усіх цих продуктів полягає у запобіганні метаболічним та нервово-емоційним порушенням в організмі під впливом шкідливих та небезпечних для здоров'я чинників довкілля, особливо в умовах бойових дій.

Аспект 2. Основною умовою виробництва продуктів для спецконтингентів є використання природних інгредієнтів із широким спектром фізіологічних впливів – енергетичних, загальнозміцнюючих,

імуномодулюючих, адаптогенних, стресолімітуючих, реабілітаційних та інших.

Із урахуванням таких завдань зрозуміло, що частка природних БАР у раціоні військових має складати до 1000 різних найменувань. Жоден, навіть найбільш досконалий продукт, не здатен забезпечити таку кількість функціональних інгредієнтів. Тому і поставлено за мету не лише створення окремих харчових продуктів, **а й компонування на їхній основі спеціальних харчових раціонів**, які б забезпечували і енергетичні витрати організму військовослужбовця, і здатність до відновлення, і профілактику можливих захворювань.

Аспект 3. Моделювання таких продуктів необхідно розпочинати з білкової складової, тому що білок – це і оновлення клітин, і виконання механічних функцій, і транспорт в організмі всіх інших нутрієнтів, і участь у регулюванні біохімічних процесів, і стійкість організму до інфекцій.

Частка білку має бути досить значною – 1,5...2 г / 1 кг маси тіла. Це приблизно 100...150 г на добу – за Нормами харчування військовослужбовців Збройних сил України (норма №1 – загальновійськова) білкова складова дорівнює 122 г. Причому на тваринний білок має припадати не менш ніж 55 %, а рослинний – 45 %. Саме при такому співвідношенні забезпечується **адекватність амінокислотного складу раціону фізіологічним потребам організму в екстремальних умовах.**

До продуктів, багатих на білок, належать м'ясо, м'ясопродукти, риба, молоко, яйця. Біологічно цінними і дешевими джерелами білку тваринного походження є також вторинні ресурси молочної та м'ясної промисловості, малоцінні породи риб та інші морепродукти.

Зважаючи на обставини, у яких живуть і харчуються спецконтингенти, білок має бути швидкоперетравлюваним. Відомо, що за ступенем перетравлюваності білки продуктів розташовуються в такий ряд:

рибні > молочні > м'ясні > злакові > круп'яні.

Це визначає пріоритети у виборі джерел білку.

Потрібно також враховувати, що при розробленні м'ясо-овочевих консервів не бажано включати бобові (сою, квасолю, горох), оскільки їхні компоненти знижують активність травних ферментів, вони недостатньо засвоюються організмом і викликають неприємні відчуття на рівні шлунково-кишкового тракту.

Аспект 4. Другий важливий компонент їжі для спецконтингентів – жировий. Це основне джерело енергії для організму та необхідних сполук – вітамінів, жирних кислот, фосфоліпідів. І, зважаючи на складність психологічної обстановки в екстремальних умовах життєдіяльності, саме регулюванням жирових компонентів (передусім співвідношенням жирних кислот) можна оберігати серцево-судинну систему від захворювань. Підшкірний жировий шар захищає тіло людини від механічних ушкоджень та

переохолодження, а вісцеральний – сприяє стійкому положенню внутрішніх органів і запобігає їх травмуванню.

Більшість природних жирів характеризується високим коефіцієнтом перетравлюваності та засвоюваності живим організмом.

Відомості про відповідність жирової частини раціону потребам людини в екстремальних умовах у край обмежені. Однак, є дані щодо гальмівної дії рослинних жирів на функції центральної нервової системи. Більш того, багате рослинними жирами харчування збільшує вміст нейтрального жиру у тканинах печінки, пригнічує ресинтез глікогену, знижує ліпидоутворюючу здатність печінки, що негативно впливає на фізичну та м'язову витривалість.

З цієї точки зору неприпустимо використовувати у продуктах для військових дешеві жири – пальмітинову, стеаринову та інші насичені жирні кислоти, кокосову та пальмову олії, оскільки в біологічному відношенні вони малоактивні та небезпечні для серцево-судинної системи.

І навпаки, в раціонах харчування мають бути у необхідній кількості ненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, олеїнова). Їх містять такі олії, як оливкова, соняшникова, кукурудзяна, і деякі тваринні жири (пташиний, рибацький).

Аспект 5. Третя важлива складова для харчування спецконтингентів – вуглеводи. Це ефективне джерело енергії та запорука витривалості. Також за їхньої участі в організмі синтезуються ліпіди, амінокислоти та інші важливі сполуки. Частка вуглеводів у раціоні харчування військовиків має становити 635,3 г.

Особливого значення ця складова харчування набуває після інтенсивних фізичних навантажень. Спостереження за діяльністю спортсменів показали, що при максимальних м'язових зусиллях вуглеводи використовуються в першу чергу. Виснаження їхніх запасів призводить до таких **негативних наслідків:**

- **окислення жирів;**
- **поява** у крові продуктів неповного окислення жирів (кетонів тіла);
- **порушення** функції центральної нервової та м'язової системи;
- **ослаблення** розумової та фізичної діяльності.

Потреба у вуглеводах забезпечується на 1/3 за рахунок легкозасвоюваних компонентів (моно- та дисахаридів) і на 2/3 – за рахунок складних вуглеводів, які засвоюються повільно. При короткочасних значних енерговитратах частка легкозасвоюваних вуглеводів має зростати, тому до раціону військових потрібно включати мед.

Аспект 6. Не менш важливою складовою вуглеводної частини харчування в екстремальних умовах життєдіяльності мають бути харчові волокна – комплекс біополімерів, що включає полісахариди (целюлозу, геміцелюлози, пектинові речовини), а також лігнін і зв'язані з ними білкові сполуки, які разом формують клітинні стінки рослин.

Сьогодні харчові волокна визнано надзвичайно цінними компонентами харчування, і їх класифікують як **нутриєнти №6** поряд із білками, жирами, вуглеводами, мінеральними речовинами та вітамінами. За рекомендацією ВООЗ добова потреба в харчових волокнах – 25...40 г. У раціонах харчування для військових, спортсменів вона повинна бути близькою до верхньої межі – 40 г на добу.

Необхідність введення харчових волокон (ХВ) до раціонів зумовлено їхніми **різноманітними фізіологічними ефектами**. Найбільш важливими в даному разі є:

- **здатність** ХВ частково постачати організм енергією,
- **здатність** виводити метаболіти їжі та токсичні сполуки;
- **регулювати** біохімічні процеси у шлунково-кишковому тракті, в тому числі активізувати перистальтику товстого кишечника.

Результати оцінки сорбційної здатності ХВ показують, що вони зв'язують і виводять із організму іони свинцю, кадмію, радіонукліди, нітриту, патогенні мікроорганізми та інші шкідливі сполуки.

Ось чому досягнення у розроблюваних раціонах фактичної відповідності вмісту харчових волокон нормативним показникам, удосконалення технологій виробництва харчових продуктів з оптимальним вмістом ХВ і вибір їх сировинних джерел є одним із важливих завдань у розв'язанні даної проблеми.

Характеристика того невеликого асортименту хлібопродуктів на основі зернових, збагачених харчовими волокнами, які виробляються в Україні, свідчить про те, що найпопулярнішими добавками є висівки, крупка пшенична подрібнена, пшеничні зародки або пластівці, цільне зерно пшениці та жита, насіння прямих рослин. Вартими уваги при вирішенні даної проблеми є також роботи, виконані під керівництвом професора В.М. Ковбаси, зі створення нових видів екструзійних сухих сніданків підвищеної біологічної цінності.

Усі ці розробки можуть стати основою для отримання нових видів хлібобулочних виробів, сухих сніданків, харчових концентратів та інших продуктів із оптимальним вмістом ХВ, які посядуть належне місце у раціонах для спецконтингентів.

Аспект 7. Необхідною складовою раціону мають бути оптимальні дози вітамінів та мінеральних елементів, передусім антиоксидантної дії. Уже зазначали, що екстремальні стани, нервово-емоційні перевантаження, вплив шкідливих чинників зовнішнього і внутрішнього середовища призводять до посилення катаболізму вітамінів, викликаючи збільшені потреби у них. Незамінними сполуками для забезпечення високої фізичної працездатності є вітаміни групи В, вітамін С, вітамін Е, біофлавоноїди.

Особлива роль аскорбінової кислоти пов'язана з її здатністю підвищувати резистентність організму до неспецифічних інфекційних захворювань, регулювати окисно-відновні процеси, регенерацію тканин, брати участь у синтезі проколагену та колагену, позитивно впливати на

функціонування ендокринної та нервової систем, підвищувати імунітет організму.

Вітаміни групи В входять до складу ферментів, які каталізують реакції метаболізму вуглеводів, білків і ліпідів. Їх комбінація сприяє нормалізації функціонування вегетативних центрів, передачі нервових імпульсів, покращенню діяльності нервових клітин і підкоркових центрів, за рахунок чого нормалізується вегето-емоційний статус. Тіамін (**вітамін В₁**) бере участь у вуглеводному та енергетичному обміні, особливо в нервових і м'язових тканинах, впливає на проведення нервового збудження в синапсах. **Вітамін В₅** покращує процеси регенерації та енергетичне забезпечення скоротливої функції міокарда, поліпшуючи діяльність серцево-судинної системи. **Вітамін В₆** необхідний для нормального функціонування центральної та периферійної нервової систем. **Вітамін В₁₂** має високу біологічну активність, зокрема сприятливо впливає на функцію печінки, нервової системи, поліпшує регенерацію тканин.

Зазначені ефекти вітамінів групи В зумовлюють необхідність їх використання в ефективних дозах при розробленні раціонів для спецконтингентів, особливо при порушенні діяльності центральної нервової системи та її травматичних ушкодженнях, вегетативних неврозах, інтоксикаціях, відновлювальному періоді після поранень та операцій, при астеничних станах (підвищена стомлюваність, хронічна втома, депресія, нервозність, розлади сну).

Вітамін Е зумовлює максимальну фізичну витривалість, він також посилює імунітет, покращує рециркуляцію вітаміну С, підвищує функціонування м'язової системи, оскільки сприяє зниженню втрат кисню.

Описані вище нутрієнти не забезпечать нормального функціонування організму **без достатньої кількості мінеральних сполук**. Тому актуальними є дослідження із обґрунтування потреб людини в мінеральних елементах у різних умовах життєдіяльності, розроблення простих і доступних критеріїв оцінки повноцінності мінеральної складової харчових продуктів і способів **запобігання мікроелементозам** – хворобам, пов'язаним із нестачею або надлишком певних мінеральних елементів.

Необхідність у раціонах населення в екстремальних умовах достатнього вмісту біогенних мінеральних сполук пов'язана з їхніми функціями, основними з яких є:

- **участь** у побудові опорних кістково-м'язових тканин організму;
- **підтримання** гомеостазу внутрішнього середовища;
- **підтримання** рівноваги клітинних мембран;
- **активація** усіх біохімічних процесів шляхом впливу на ферментні системи організму;
- **вплив** на симбіотичну мікрофлору шлунково-кишкового тракту.

Серед біогенних елементів найбільш важливими в даному випадку є **кальцій, магній, залізо, цинк, селен, калій**. Разом з тим, за даними

Ю. Депутата, фактичний раціон військовослужбовців строкової служби лише на 59,9 % задовольняє добову потребу в кальції.

Загалом сировина, що вирощується в Україні, при застосуванні сучасних методів її перероблення дає можливість створити широкий спектр харчових продуктів для будь-яких спецконтингентів, у тому числі для військових. Такі продукти спроможні забезпечити і харчові потреби, і захисні функції, і здатність до адаптації, і реабілітаційні можливості.

Таким чином, при розробленні **спеціальних раціонів харчування** в основу мають бути покладені принципи їх збалансованості за окремими групами нутрієнтів та адекватності для забезпечення енергетичного еквіваленту фізичних і психоемоційних навантажень, адаптаційних змін в організмі. **Необхідний рівень біологічно активних речовин** у раціонах може забезпечуватись лише комбінуванням різних харчових продуктів, отриманих із сільськогосподарської та лікарської сировини.

Денний раціон має бути адекватний тим внутрішнім і зовнішнім чинникам, які виникають в екстремальних умовах життєдіяльності, і містити всі необхідні компоненти для забезпечення фізичної та психологічної витривалості військових, запобігання виникненню і розвиткові соматичних та нервових захворювань, збереження стану здоров'я.

ВИСНОВКИ

1. Найбільш реальним шляхом вирішення проблеми співвідношення структури харчування та стану здоров'я людини є виробництво харчових продуктів масового та спеціального призначення з оптимальним вмістом необхідних біологічно активних речовин, що беруть участь у процесах фізіологічного й гормонального регулювання усіх функцій організму.

2. Сприятливі ефекти біологічно активних речовин на організм людини пов'язані з їхнім впливом на метаболізм нутрієнтів, захист внутрішнього середовища від сполук оксидантної активності, стан імунної системи, клітинний обмін речовин, синтез необхідних сполук, каталіз біохімічних реакцій.

3. За якісним і кількісним вмістом біологічно активних речовин традиційні та нові харчові продукти поділяються на 5 основних груп, кожна з яких посідає своє місце у системі оздоровчого та профілактичного харчування.

4. В екстремальних умовах життєдіяльності при виробництві харчових продуктів, збагачених есенціальними нутрієнтами, акцент робиться на тих біологічно активних речовинах, які здатні нівелювати такі негативні чинники, як підвищені нервово-емоційні та фізичні навантаження на тлі нестійких параметрів довкілля.

5. Раціон харчування для екстремальних умов життєдіяльності здатен забезпечити необхідний рівень біологічно активних речовин лише завдяки

комбінуванню різних харчових продуктів, отриманих із сільськогосподарської та лікарської сировини.

6. Одним із основних негативних виявів довкілля залишається радіоактивне забруднення ґрунтів та водоймищ. В умовах впливу іонізуючої радіації складаються ефекти різних онкогенних чинників, і при їхній сумісній дії різко підвищується небезпека злоякісних новоутворень.

7. Плодово-ягідна сировина завдяки вмістові різних біологічно активних речовин є ефективним комбінованим засобом для запобігання накопиченню в організмі радіонуклідів. Сучасні уявлення про механізм радіозахисної дії протекторів спонукають до пошуку їх нових джерел.

8. Сублімовані продукти з плодово-ягідної сировини певною мірою посилюють елімінацію радіонуклідів. Ефект сорбційного видалення стронцію переважає відповідні показники за цезієм, що підтверджує відомі дані щодо значного впливу на сорбцію радіонуклідів валентності та енергії гідратації.

9. Змодельовано поведінку стронцію у присутності органічних кислот-комплексоутворювачів, що входять до складу сублімованих продуктів. Запропоновано систему рівнянь, яка розраховується для умов тонкого кишечника в широкому діапазоні концентрацій органічних кислот, перерахованих на лимонну, та стронцію. З'ясовано механізм виведення радіонуклідів органічними кислотами із живого організму.

10. Усі досліджені види плодовоовочевої сировини розташовано у ряд за ефективністю зв'язування та виведення стронцію, що в практичних умовах дає можливість обрати сировину та сублімовані напівфабрикати з неї, найбільш придатні для виведення радіонуклідів.

11. Систематичне вживання плодів та овочів, у тому числі у вигляді сублімованих продуктів, сприяє підвищенню розумової та фізичної працездатності, стимулює роботу органів кровотворення, підсилює опірність організму до несприятливих чинників довкілля і тим самим знижує ризик виникнення онкологічних, серцево-судинних та інших захворювань.

Контрольні запитання

1. Дати поняття про біологічно активні речовини, їхнє трактування у медицині та харчових технологіях.
2. Основні фізіологічні ефекти БАР на функціональні системи організму людини.
3. Поняття біологічної активності БАР та основні методи її визначення.
4. Класифікація біологічно активних речовин: ендогенні та екзогенні БАР.
5. Вимоги до безпеки БАР та біодобавок до їжі.
6. Сучасні відомості про нові БАР і доцільність їх використання у харчових технологіях.
7. Групи харчових продуктів за критерієм ефективних концентрацій БАР.

Лекція 2. Біологічно активні речовини як основний чинник фізіологічних ефектів їжі

План лекції

2.1. Основні функції харчових продуктів

2.2. Основні групи біологічно активних речовин сільськогосподарської сировини

Література: [1] с.19-41.

2.1. Основні функції харчових продуктів

Їжа нарівні з киснем повітря – найважливіший біологічний показник забезпечення життя людини, розвитку молодого організму, творчої активності усіх груп населення, профілактики хвороб і довголіття.

Їжа повинна містити щоденно понад 600 різних сполук – нутрієнтів. На сьогодні відомо, що майже 90 % з них мають лікувальну дію. Наприклад, фрукти, ягоди, овочі містять багато вітамінів і позитивно впливають на імунітет, на розумову діяльність, на працездатність. А якщо в їжі постійно не вистачає йоду, то інтелект людини знижується на 39...49 %, особливо у дітей.

Загалом **біокомпоненти харчових продуктів**, перетворюючись у процесі метаболізму на структурні та функціональні елементи клітин живого організму, забезпечують його фізичну та розумову працездатність, адаптаційні можливості, імунний статус, визначаючи стан здоров'я людини, тривалість її життя, соціальну та індивідуальну активність.

Наприклад, усі продукти, що містять багато пектину, допомагають нам боротися з наслідками Чорнобильської аварії та несприятливими впливами довкілля. Щоб успішно навчатись і добре складати екзамени, необхідно їсти горіхи, насіння соняшника, пити зелений чай.

Без їжі немає любові, кар'єри, духовного самовдосконалення. Без їжі взагалі немає нічого.

З іншого боку, на сьогодні відомо понад 150 захворювань, у лікуванні яких відповідне харчування відіграє провідну роль. Загалом при лікуванні будь-яких хвороб адекватне харчування є обов'язковим компонентом лікування, чинником захисту організму від побічних дій ліків, прискорення одужання. А нестача у харчових раціонах певних нутрієнтів викликає найбільше захворювань і навіть онкологічні хвороби, які значною мірою є результатом неправильного харчування.

Всі ці особливості харчових продуктів та їхній вплив на організм людини досліджує наука про харчування – нутриціологія. Сьогодні вона об'єднує різні потоки знань – медицини, харчових технологій, фізіології, гігієни харчування, біохімії, біотехнології.

Наука про харчування постійно розвивається, про що свідчать численні праці як закордонних, так і вітчизняних учених: А. Робертсона, К. Тірадо, К. Монастирського, О. Покровського, О. Уголева, В. Ципріяна, В. Корзуна, В. Смоляра та інших.

Кожна людина повинна мати необхідні відомості про харчові сполуки, про їхню роль у життєдіяльності у житті здорової і хворої людини, про те, як правильно скласти власний раціон харчування. Все це формує культуру харчування, яка є невід'ємною складовою загальної культури суспільства.

Саме нутриціологія, її основні принципи та положення формулюють ті завдання, які стоять перед сучасною харчовою промисловістю. Необхідність створення оздоровчих продуктів зумовила розвиток нового напрямку в науці про харчування – **фармаконутриціології**, яка повною мірою втілює прадавню мрію людства про їжу, яка одночасно є ліками. Тому практичною реалізацією теоретичних положень нутриціології є технологія оздоровчих, профілактичних харчових продуктів.

Регламентовані нутриціологією нові харчові продукти називають профілактичними, здоровими, функціональними, а самі терміни «здорове харчування», «функціональне харчування» з'явилися зовсім нещодавно і символізують започаткування нового напрямку – як у нутриціології, так і в науці і практиці харчових технологій: **системи оздоровчого та профілактичного харчування**.

Уже зазначали, що людина, як і будь-яка інша жива істота, являє собою відкриту термодинамічну систему, яка може зберігати свою цілісність та здатність до самовідтворення завдяки постійному обмінові речовин із зовнішнім середовищем.

На відміну від інших чинників довкілля, що впливають на людину, **їжа є багатокomпонентним чинником**. З їжею в організм надходить понад 600 різних сполук органічної та неорганічної природи, які забезпечують виконання різноманітних функцій у процесі життєдіяльності організму людини і сталість його внутрішнього середовища.

Основний принцип оздоровчого харчування – збалансованість хімічного складу раціонів із урахуванням фізіологічних ефектів нутрієнтів і окремих продуктів при різних станах індивідуального здоров'я.

Обґрунтований підбір біологічно активних речовин при виробництві харчових продуктів забезпечує **можливість здійснення в організмі ряду функцій**:

1. **Енергетична функція** – забезпечення організму енергією шляхом її виділення в процесі метаболізму нутрієнтів. Навіть у стані повного спокою людина витрачає 1400...1700 ккал (5855...7113 кДж). Вирішальним чинником, від якого залежить величина енергетичних витрат, є нервово-м'язова діяльність. Частина енергії (140...170 ккал) витрачається на процеси перетравлення та засвоєння компонентів їжі, що є специфічно динамічною дією їжі.

Енергетичну функцію їжі забезпечують переважно вуглеводи та жири, які входять до складу хлібобулочних виробів, макаронів, крупів, кондитерських виробів, картоплі, цукру, продуктів тваринництва.

2. **Пластична функція** – забезпечення організму пластичними речовинами для побудови клітин, тканин, органів. Розрізняють дві

взаємопов'язані сторони обміну речовин – асиміляцію (анаболізм) та дисиміляцію (катаболізм). Унаслідок дисиміляції відбувається виснаження, руйнування клітин тканин і розпад речовин, що входять до складу внутрішньоклітинних компонентів. З асиміляцією пов'язано утворення нових клітин, ріст і розвиток їх. Процеси дисиміляції відбуваються в організмі постійно, незалежно від надходження їжі. Разом з тим, вони можливі лише за умови забезпечення організму пластичними речовинами, передусім білками.

3. **Біорегуляторна функція** – регулювання метаболічних процесів за участі ферментів і гормонів, тобто їжа містить біологічно активні сполуки, з яких утворюються ферменти та гормони як біологічні регулятори обміну речовин. В утворенні цих речовин особливу роль відіграють білки, вітаміни та мікроелементи. Ферментативна діяльність білків вважається найважливішою їхньою особливістю як основи життєвих процесів організму.

Виражені біорегуляторні властивості мають різні овочі, фрукти, ягоди, яйця. Ця функція їжі надзвичайно важлива. Навіть з тієї точки зору, що більшість ліків виконують роль природних біорегуляторів організму. Однак зрозуміло, що синтетичні регулятори не здатні «розібратись» у численних біохімічних молекулярних механізмах такою мірою, як це здійснюють природні біорегулятори.

Сьогодні, без перебільшення, можна сказати, що інтенсифікація досліджень природних біорегуляторів як важливих БАР харчових продуктів здатна здійснити революційні перетворення. Наука й досі не має вичерпних даних щодо того, які ж біорегулятори властиві організмові. Бурхливий розвиток біохімічних досліджень приносить усе нові дані про невідомі раніше БАР. Разом з тим, значна частина присутніх в організмі біорегуляторів уже достатньо вивчена. **Це пептиди, стероїди, білки, вітаміни, ацетилхолін.** І кожен із цих класів надзвичайно цікавий для науковців як предмет досліджень саме тих БАР, котрі забезпечують нормальне функціонування організму людини.

4. **Пристосувально-регуляторна функція** – регулювання діяльності систем організму (травлення, виділення, терморегуляція). Таким чином, кожна харчова речовина має специфічне значення в пристосувально-регуляторній діяльності різних функціональних систем організму, насамперед систем травлення та виділення. Наприклад, харчові волокна (клітковина, пектини), які донедавна вважались баластними речовинами, беруть участь у регулюванні моторної функції кишечника.

5. **Імунно-регуляторна функція** – забезпечення здатності організму протистояти впливу ушкоджуючих біологічних, хімічних та фізичних чинників довкілля. Вона залежить від якості харчування, особливо від білкового та вітамінного складу, вмісту есенціальних жирних кислот, мікроелементів (залізо, цинк, йод).

6. **Реабілітаційна функція** – нормалізація функцій організму за рахунок лікувально-профілактичної дії есенціальних нутрієнтів. Харчування відіграє важливу роль у реабілітації здоров'я хворих, прискорює їх одужання,

запобігає виникненню рецидивів та переходу хвороби з гострої форми у хронічну.

Для посилення реабілітаційної функції їжі використовують продукти з низьким вмістом солі, модифікованим вуглеводним комплексом, зменшеним вмістом жирів та зниженою енергетичною цінністю.

7. Смакова функція – регулювання харчової мотивації (апетиту). Вона пов'язана з постачанням в організм смакових речовин, які сприяють підтриманню на певному рівні харчової мотивації.

До смакових речовин належать: оцет, гірчиця, сіль, цибуля, часник, селера, петрушка, ефірні олії, органічні кислоти, цукри, мінеральні елементи, вітаміни та інші БАР, що надають їжі специфічного смаку та аромату.

Створення необхідних умов для реалізації функцій їжі досягається шляхом впровадження у практику наукових основ харчування. При їх розробленні потрібно враховувати комплекс біологічних (вікових, статевих), екологічних (клімат, екологія), соціальних чинників.

Науково обґрунтована добова потреба людини в різних нутрієнтах базується на вченні про функції їжі та на фізіолого-гігієнічних вимогах до харчового раціону, режиму харчування і умов прийому їжі, які узагальнено у так званій «парадигмі гігієнічних основ харчування і аліментарної профілактики захворювань» (В. Тутельян).

Нутриціологія характеризує **оздоровче, раціональне харчування** як повноцінне харчування людей з урахуванням їх статі, віку, характеру праці та інших чинників.

Харчування, в тому числі оздоровче, забезпечує потреби організму у необхідній кількості білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних сполук та інших БАР.

Завдяки цьому воно сприяє збереженню стану здоров'я на належному рівні, забезпечує високий імунний захист від шкідливих чинників довкілля, сприяє розумовій і фізичній працездатності.

У таблиці 2.1 наведено добову потребу дорослої людини в основних біологічно активних речовинах.

Таблиця 2.1. Добова потреба дорослої людини в основних БАР

Біологічно активні речовини	Добова потреба	Біологічно активні речовини	Добова потреба
Білки: у тому числі тваринні	80 г	Органічні кислоти	2 г
	50 г	Жири:	80...1

Вуглеводи: у тому числі моно- та дисахариди	410 г 50...70 г	рослинні жири поліненасичені жирні кислоти холестерин фосфоліпіди	00 г 25...3 5 г 2...6 г 0.3 г 5 г
Харчові волокна	40 г	Мінеральні елементи	
Вітаміни		кальцій	1,0 г
Вітамін С	200,0 мг	фосфор	0,8 г
Тіамін	1,4 мг	натрій	4,0...6
Рибофлавін	1,7 мг	калій	,0 г
Ніацин, мг	18,0 мг	магній	2,5...5
Вітамін В6	2,0 мг	залізо	,0 г
Вітамін В9	0,2 мг	цинк	500
Вітамін В12	0,003 мг	йод	мг
Вітамін А	1,0 мг	фтор	10...2
Вітамін D	2,5 мг	селен	0 мг
Вітамін Е	10,0 мг		15 мг
			0,15
			мг
			1,5...4
			мг
			0,15
			мг

Загалом, **відповідно до принципів раціонального харчування**, до щоденного раціону повинні входити 4 групи харчових продуктів:

- м'ясо, риба, яйця – джерела білків та мінеральних речовин;
- картопля, хліб, крупи та інші продукти із зернових – джерела білків, вуглеводів, вітамінів групи В;
- молоко та молочні продукти – джерела білків, вуглеводів, кальцію;
- фрукти та овочі – джерела вітамінів та мінеральних речовин.

Орієнтовний набір харчових продуктів, який забезпечує фізіологічні потреби організму в енергії та основних нутрієнтах, наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Рекомендований набір продуктів

Основні продукти	Кількість продуктів	
	г / день	кг / рік
Усі хлібопродукти	330	120,4
Картопля	265	96,7
Овочі та баштанні	400	146,0
Фрукти свіжі	260	94,9
Сухофрукти	10	3,6

Цукор	70	25,6
Олія рослинна	20	7,3
М'ясо та м'ясопродукти	205	74,8
Риба й рибодукти	50	18,2
Сало	5	1,8
Молоко	450	164,2
Масло вершкове	15	5,5
Сир кисломолочний	20	7,3
Сметана	18	6,6
Сир твердий	18	6,6
Яйця	40	14,6

2.2. Основні групи біологічно активних речовин сільськогосподарської сировини

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, усі вони характеризуються великою кількістю води й незначним вмістом сухих речовин, що й визначає їхню поведінку при зберіганні та переробленні.

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. 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, напіввіддільну 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 цитоплазмової мембрани, в її структурі розрізняють три шари: верхній – плазмолема, середній – мезоплазма і нижній – тонопласт.

Ліпоїди плазмолемми 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 цитоплазмову 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.

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 та кавітаційне оброблення. 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 опертя для різноманітних анатомічних частин рослин і можуть розміщуватись окремими ділянками, або суцільним шаром. Вони мають видовжені із загостреними кінцями клітини, з яких формуються кісточка, або тверді клітини у незрілих плодах.

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.

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.

2.2.1. Загальна характеристика біокомпонентів плодоовочевої сировини

Рослинна сировина, а також продукти її перероблення, містять різноманітні легкозасвоювані цукри, органічні кислоти, мінеральні солі, вітаміни та інші біологічно активні речовини. Більшість із них міститься 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%.

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.

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.

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. Сюди відносяться цукри, крохмаль, целюлоза та пектинові речовини.

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, щавлю 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.

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.

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.

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, амідні амінокислоти, нуклеїнові кислоти, аміачні сполуки, нітрати, нітроти та інші. 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.

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.

Фенольні сполуки. Вони містяться переважно у шкірці плодів та ягід у кількості 0,1...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.

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 помідорах), гесперидин і нарингінин (у цитрусових), та глюко-бурштинова кислота (у незрілих яблуках, сливах, вишнях, смородині).

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

Серед флавоноїдів до барвників відносять антоціани, флавони й флавоноли. Антоціани надають плодам та овочам спектр кольорів від рожевого до фіолетового. Представники – антоціанівенін (у винограді), кераціонін (у вишні), бетаїн (у буряку). Флавони 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-а і хлорофіл-в, 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.

Мінеральні речовини. Знаходяться у рослинній сировині у вигляді добре засвоєваних 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%. 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.

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, Е. Їхній вміст залежить від виду, сорту, зрілості, умов вирощування та зберігання сировини.

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 (рН), 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.

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.

2.2.2. Біологічно активні речовини плодово-ягідних культур

Плоди та ягоди, як і 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, ягоди та овочі **необхідною складовою раціону харчування як здорової, так і хворої людини.**

Аскорбінова кислота в цій сировині перебуває в трьох формах – відновленій, окисненій (дегідроформа) та зв'язаній (аскорбіген). У процесі дозрівання, зберігання й перероблення ягід та плодів відновлена форма аскорбінової кислоти може окислюватися за допомогою відповідних ферментів або інших окислювальних агентів і переходить у дегідроформу. Дегідроаскорбінова кислота має всі властивості вітаміну С, але, порівняно з ним, менш стійка до дії зовнішніх чинників і швидко руйнується. Сучасними методами встановлено, що аскорбіген може піддаватися гідролізові, внаслідок чого вивільнюється вільна аскорбінова кислота.

За вмістом аскорбінової кислоти найбільш важливими її джерелами є такі плодово-ягідні культури: **айва** (23...99 мг/100 г), **агрус культурний** (30...60 мг/100 г), **малина** (30...46 мг/100 г), **порічка червона** (80...100 мг/100 г), **смородина чорна** (400...570 мг/100 г), **яблука** (40...50%).

Вміст аскорбінової кислоти у плодово-ягідній сировині в процесі зберігання, як правило, зменшується. Однак ці втрати значно нижчі, ніж під час зберігання овочів і коренеплодів.

Вітамін Р посилює біологічний ефект вітаміну С, оскільки здатен інгібувати окислення аскорбінової кислоти. Р-вітамінна активність притаманна багатьом речовинам фенольної природи (катехіни, антоціани) та фенолглікозидам (рутин, гесперидин, кверцетин). Ряд плодів і ягід містить досить високу кількість Р-активних сполук. Наприклад, у **яблуках** вона сягає 43...45 мг/100 г, в **абрикосах** – 510...570 мг/100 г, у **грушах** – до 620 мг/100 г, у **сливах** – до 1280 мг/100 г.

Серед інших культур максимальним вмістом поліфенольних сполук вирізняється **вишня** (1480...1660 мг/100 г), **малина** (до 650 мг/100 г), **смородина чорна** (1100...1205 мг/100 г), **черешня** (до 800 мг/100 г).

Більшість плодів містять також значну кількість фолієвої кислоти, інозиту, вітамінів К, В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), РР (нікотинова кислота), В₃ (пантотенова кислота), В₆ (піридоксин), біотину, холіну.

Каротини постійно супутні хлорофілові, вони містяться у зелених частинах рослин, у фруктах і овочах.

Основні джерела каротиноїдів: **обліпіха** (180...250 мг/100 г), **горобина** (15...17 мг/100 г), **хурма** (84 мг/100 г), **шипшина** (23,4 мг/100 г). Доцільно застосовувати плоди, багаті на каротини, як додаткове джерело вітаміну А. Каротини значно краще засвоюються при поєднанні з жиром.

Плоди значною мірою забезпечують організм людини мінеральними речовинами – солями кальцію, калію, 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**.

Підвищена потреба в калії виникає при деяких захворюваннях серцево-судинної системи, нирок. Особливо багато калію в сухих фруктах і ягодах – **урюку** (1781 мг / 100 г), **куразі** (1717 мг / 100 г), **чорносливі** (864 мг / 100 г), **родзинках** (860 мг / 100 г), а також у свіжих плодах **чорної смородини** (372 мг / 100 г), **терену** (263...2550 мг / 100 г), **ананасах** (321 мг / 100 г), **абрикосах** (350...450 мг / 100 г), **бананах** (348 мг / 100 г).

Плодові та ягідні рослини – важливе джерело **заліза**. Багаті на залізо, як і на інші мінеральні речовини, **яблука** (0,63 мг / 100 г), **шипшина** (12,2 мг / 100 г), **чорниці** (7 мг / 100 г), **персики** (мг / 100 г), **шовковиця** (8...15,7 мг / 100 г), **абрикоси** (2,1 мг / 100 г), **айва** (19...30 мг / 100 г), **сливи** (2,1 мг / 100 г), **агрус** (850 мкг / 100 г).

Плоди доцільно вводити в харчовий раціон як додаткове **джерело кальцію**. Його доволі багато в **хурмі** (127 мг / 100 г). Засвоєнню кальцію з деяких фруктів і овочів перешкоджає наявність у них щавлевої кислоти. Щавлевокислі солі кальцію майже не засвоюються. Тому продукти, багаті на щавлеву кислоту, практично не можна назвати джерелом солей кальцію для організму.

Щоб забезпечити найкраще засвоєння кальцію, його потрібно вводити у певних співвідношеннях із магнієм, фосфором, а саме 1 : 0,7 : 1. Багаті на **солі магнію чорна смородина** (35 мг / 100 г), **горобина** (5 мг / 100 г), **кизил** (26 мг / 100 г). Фосфор містять у невеликих кількостях сушені ягоди (**родзинки** – 129 мг / 100 г, **вишні** – 150 мг / 100 г, **чорнослив** – 83 мг / 100 г).

Плодові та ягідні рослини – джерело ряду мікроелементів: міді, марганцю, цинку, кобальту. **Мідь** містять **сушені яблука** (до 3,14 мг / 100 г), **груші** (120 мкг / 100 г), **вишні** (100 мкг / 100 г); **марганець** – **яблука** (0,047 мг / 100 г) та **сливи** (110 мг / 100 г).

Плоди й ягоди відіграють важливу роль у регулюванні кислотно-лужної рівноваги. Введення достатньої їх кількості, особливо тих, що містять

калій, з метою «олужнення» організму набуває надзвичайного значення при деяких патологіях, коли порушення обміну речовин призводить до розвитку недостатності кровообігу, нефритів, гарячкових станів.

Плоди й ягоди містять значну кількість води (до 90 %), в якій розчинено цукри, кислоти, мінеральні солі та інші речовини. Як відомо, солі калію, розчинені в воді, швидко виділяються з сечею, а разом з ними виводиться рідина та солі натрію. Тому вода, яка надходить із фруктами та овочами, не затримується в тканинах, а невдовзі покидає організм, сприяючи виведенню продуктів обміну речовин, зокрема азотистих шлаків. Діуретична дія плодових і ягідних рослин широко застосовується в лікувально-профілактичному харчуванні, особливо при серцево-судинній недостатності, хворобах нирок.

У більшості фруктів міститься **мало азотистих речовин (абрикос – 0,7...1,1 мг / 100 г, слива – 0,5...1 мг / 100 г, яблука – 0,1...0,5 мг / 100 г)**, тому їх застосовують у лікувальному харчуванні та дієтах, які передбачають обмеження білку.

Багато плодових і ягідних рослин містять ефірні олії, які надають їм своєрідного смаку та аромату. **На ефірні олії багаті цитрусові (апельсини – 1,2...2 мг / 100 г у м'якоті, 2,5 мг / 100 г – у шкірці; лимони – 0,4...0,6 мг / 100 г, у шкірці; мандарини – 1,9...2,5 мг / 100 г, у шкірці)**, деякі ягоди (**шовковиця, горобина**). У невеликих кількостях вони підвищують виділення травних соків і справляють діуретичний ефект, а у великих – викликають подразнення нирок, слизових оболонок шлунка та кишечника. Виділяючись частково легенями, ці речовини посилюють секрецію слизу.

Плоди та ягоди, багаті на ефірні олії, вживають у вигляді закусок і приправ до різних страв. Вони збуджують апетит, тому доцільно вживати їх при виснаженні, викликаному неврозом. Але при деяких захворюваннях (виразкова хвороба шлунка та дванадцятипалої кишки, гастрит, ентерит, холецистит, гепатит) із дієти хворого слід виключити овочі та фрукти, багаті на ефірні олії, – вони подразнюють слизову.

Багато плодів і ягід сприяють виведенню з організму щавлевої кислоти. Це – яблука, груші, айва, терен. Вони містять різні органічні кислоти – яблучну, лимонну, бензойну тощо, які визначають загальну кислотність плодів або соку, а також зумовлюють їхній смак.

Таблиця 2.3. Вміст органічних кислот у деяких плодах

Назва плодів	Органічні кислоти, мг / 100 г		
	Яблучна	Лимонна	Щавлева
Айва	0,9...3,5	0,85...2	2,52
Вишні	1,3...2,1	0,1	0,02
Груші	0,3	0,2	0,01
Сливи	0,9...1,3	0,1	0,01
Шипшина	1,8	1,58...2	-
Яблука	0,37...0,7	0,11	0,01

З даних таблиці видно, що лише айва містить значні кількості щавлевої кислоти, яка має бути обмежена у раціонах осіб із певними захворюваннями. Решта органічних кислот (і тих, котрі не зазначено в таблиці) несуть позитивний вплив на функціонування організму людини, а яблучна і лимонна, за результатами останніх досліджень, мають радіопротекторні властивості.

Смак плодів залежить не лише від вмісту в них органічних кислот, а й від виду наявних у них цукрів, дубильних речовин, а також від їхніх комбінацій. Практичний досвід дав можливість дійти висновку, що оптимальним співвідношенням органічних кислот і цукрів є 1 : 7. Цього співвідношення слід дотримуватись при виробництві соків, концентратів, пюре, що гарантує високі смакові властивості готових продуктів.

Більшість свіжих плодів містить певну кількість **вуглеводів** – близько 10 мг / 100 г. Значна частина їх перебуває в легкозасвоюваній формі (у вигляді моно- та дисахаридів – глюкоза, фруктоза, цукроза). Вони й зумовлюють солодкий смак плодів. Наприклад, **яблука, алича, абрикоси, обліпіха** містять 10...12 мг / 100 г моно- та дисахаридів; **виноград, вишні, персики, смородина чорна, шипшина** – до 16 мг / 100 г.

Плоди містять також полісахариди – крохмаль, інулін, клітковину, пектинові речовини. Крохмаль та певною мірою інулін гідролізуються в шлунково-кишковому тракті й дають добре засвоювані цукри, глюкозу та фруктозу.

Клітковини та пектинових речовин достатньо в **абрикосах, айві, винограді** (до 2,8 мг/100 г), **вишнях** (до 11 мг/100 г), **грушах, персиках** (до 4,6 мг / 100 г), **чорній смородині** (до 6 мг/100 г), **яблуках** (до 15 мг/100 г).

Травні соки шлунково-кишкового тракту людини в основному не перетравлюють клітковину. Роль її полягає в тому, що, подразнюючи рецептори у стінках травного тракту, вона тим самим впливає на моторну й секреторну діяльність органів травлення. Ступінь механічного подразнення визначається як кількістю, так і станом клітинних оболонок, які містять клітковину й пектин. Споживання продуктів, багатих на клітковину, підвищує виділення з організму ліпопротеїдів низької щільності (шкідливого холестерину). Клітковина необхідна для нормального травлення, на її дію зважають при складанні лікувальних раціонів.

Плоди й ягоди, які містять значну кількість пектинових речовин, справляють **детоксикаційну дію**. Пектинові речовини здатні адсорбувати різні сполуки, в тому числі екзогенні (токсини, важкі метали) та ендогенні, які утворюються в організмі. Пектинові речовини після Чорнобильської катастрофи набули статусу **ефективних радіопротекторів**.

Уже зазначали, що певні групи біологічно активних речовин зазнають значних руйнувань у процесах високотемпературного технологічного оброблення сировини та при кулінарному приготуванні їжі.

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 низькотемпературне, в тому числі сублімаційне, зневоднення.

2.2.3. Біологічно активні речовини овочевих культур

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 овочів, які є компонентами борщу.

Навіть побіжний аналіз біологічно активних речовин борщу свідчить про виняткову мудрість наших предків, які, не знаючи біохімії рослин, особливостей фізіології травлення та ролі окремих БАР 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.

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 вітамін С (15...25 мг / 100 г), вітаміни групи В (мг / 100 г), РР (0,4...0,8 мг / 100 г), каротиноїди (до 1 мг / 100 г); мікроелементи калій (до 300 мг / 100 г), мідь (140 мкг / 100 г), цинк (425 мкг / 100 г), залізо (до 2 мг / 100 г), хлор (до 20 мг / 100 г), магній (до 53 мг / 100 г). 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'язують із наявністю у буряках значної кількості йоду (до 8 мкг / 100 г). 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 (1,45 мг / 100 г). Антоціани містяться також у ягодах чорниці, чорної смородини, чорної бузини, винограду, звіробію тощо. Однак антоціани столових буряків діють увосьмеро 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.

У 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.

Сучасна наука пояснює це тим, що **капуста містить майже весь набір вітамінів**: провітамін А (до 6,8 мг / 100 г), вітамін С (70...110 мг / 100 г), В₁₃ (до 3 мг / 100 г), вітамін К (3,2 мг / 100 г) і противиразковий вітамін U (до 2 мг / 100 г). 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 (лізоцим), фітогормони, мінеральні солі. Калій (370...390 мг / 100 г) сприяє виведенню надлишків рідини, поліпшує роботу серцевого м'яза. Сірка (160...170 мг / 100 г) покращує моторику кишечника, позитивно впливає на розвиток корисної мікрофлори, виводить надлишок холестерину, запобігаючи атеросклерозу.

Наукові дослідження показали, що фітонциди капусти згубно діють на бацили 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.

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

Картопля містить комплекс вітамінів, подібний до капусти, включаючи аскорбінову кислоту (25...32 мг / 100 г), вітаміни Е (0,1 мг / 100 г), Р (25...40 мг / 100 г), РР (0,9...1,5 мг / 100 г). Вона досить калорійна – майже в 2...3 рази, ніж інші овочі. Основний енергетичний матеріал картоплі – засвоювані вуглеводи (до 20 мг / 100 г), крохмаль (18...24 мг / 100 г).

Особливо цінним є білок картоплі (туберин, 2,0...2,5 мг / 100 г), 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 (560...580 мг / 100 г), магнію (20...33 мг / 100 г), заліза (0,9...1,3 мг / 100 г), кальцію (10...12 мг / 100 г), фосфору (55...60 мг / 100 г), хрому (1,5...1,9 мг / 100 г).

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

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.

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.

Усі позитивні ефекти ріпчастої цибулі зумовлено її елементним складом: натрій (18 мг / 100 г), калій (175 мг / 100 г), кальцій (32 мг / 100 г), магній (14 мг / 100 г), фосфор (58 мг / 100 г), залізо (0,8 мг / 100 г), сірка (65 мг / 100 г). Багата цибуля на вітаміни групи В: тіамін (0,09...0,11 мг / 100 г), рибофлавін (0,04...0,2 мг / 100 г), пантотенова кислота (0,10 мг / 100 г), фолієва кислота (9 мг / 100 г), піридоксин (0,12 мг / 100 г). Серед інших

вітамінів – β -каротин (0,03...4 мг / 100 г), аскорбінова кислота (10...33 мг / 100 г), токоферол (0,20 мг / 100 г), біотин (0,0035 мг / 100 г).

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

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 (2,90 мг / 100 г), В₁ (0,53...0,55 мг / 100 г), В₂ (0,18 мг / 100 г), В₆ (0,90 мг / 100 г), РР (2,1...6 мг / 100 г), Е (3,84 мг / 100 г), мікроелементів (натрій – 40 мг / 100 г, калій – 1061 мг / 100 г, кальцій – 157 мг / 100 г, магній – 171 мг / 100 г, фосфор – 530 мг / 100 г, сірка – 159 мг / 100 г) роблять квасолю незамінною для тих, хто дбає про своє здоров'я. 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. 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.

Помідори багаті на фосфор (26...33 мг / 100 г), калій (270...290 мг / 100 г), кальцій (10...14 мг / 100 г), мідь (0,26 мг / 100 г), залізо (1,4 мг / 100 г), хлор (57 мг / 100 г).

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 (загальний вміст – 0,5...2,1 мг / 100 г), у процесі засвоєння накопичують в організмі значні запаси лужних сполук.

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.

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

Зовсім нещодавно біохіміки виявили у сімействі каротиноїдів помідорів ще один надзвичайно цінний компонент – **лікопін** (7,85 мг / 100 г). 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, чию 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 складу 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.

Перець солодкий овочевий – овочева культура, котру застосовують у кулінарії та харчовій промисловості як цінний вітамінний та лікувальний засіб. Батьківщина перцю – Мексика та Гватемала; у Європі перець відомий з XV століття.

Солодкий перець має протицинготну дію, поліпшує травлення. **Перець – справжній полівітамінний концентрат.** Вдале поєднання вітамінів С (150...200 мг / 100 г) та Р (300 мг / 100 г) сприяє зменшенню ламкості та проникності судинної стінки. У 1936 році угорські науковці виділили з екстракту солодкого червоного перцю речовину, яка зміцнює судини, й назвали її вітаміном Р – за першою літерою угорського слова «раргіка». Цей вітамін також покращує вуглеводний обмін і перебіг окисно-відновних процесів, має антиоксидантну дію, знижує рівень цукру у крові. Найціннішим є зрілий перець, який за вмістом каротину (1...3,5 мг / 100 г) близький до моркви; у ньому вдвічі більше вітаміну С та цукрів, ніж у недозрілому, ушестеро більше, ніж у цитрусових, і майже стільки ж, скільки в чорній смородині. Велика кількість рутину у плодах (300 мг / 100 г), своєю чергою, сприяє накопиченню вітаміну С в організмі. Кремній у незрілому солодкому перці активізує функцію сальних і потових залоз із протоками, ріст нігтів і волосся.

Селера з XVIII століття культивується майже в усіх країнах світу як пряна рослина. У їжу вживають як коренеплід, так і листя, яке значно багатше на вітаміни. Селеру віддавна вживали у народній медицині Греції та інших країн як дієтичну рослину для лікування внутрішніх хвороб, зокрема й онкологічних новоутворень.

Болгарські лікарі вважали, що селера допомагає при неврастенії, очищує кров, виводить продукти обміну речовин, лікує астму, плеврит, утамовує болі при артриті та поліартриті, допомагає контролювати масу тіла та зменшити рівень цукру в крові (при діабеті).

Свіжий сирий сік селери, отриманий із кореня, – цінний продукт, котрий **містить різноманітні БАП**, винятково корисні для організму: мінеральні речовини (натрій – 77 мг / 100 г, калій – 321...393 мг / 100 г, кальцій – 63 мг / 100 г, магній – 33 мг / 100 г, залізо – 0,5 мг / 100 г, фосфор – 27...80 мг / 100 г, сірка – 121 мг / 100 г, хлор – 13 мг / 100 г), фітонциди, пектини (1,3 мг / 100 г), вітаміни (піридоксин – 0,15 мг / 100 г, β-каротин – 0,8 мг / 100 г, рибофлавін – 0,04...0,06 мг / 100 г, ніацин – 0,30...0,85 мг / 100 г, аскорбінова кислота – 8...42 мг / 100 г, фолієва кислота – 7 мкг / 100 г), вуглеводи (6,7...7 мг / 100 г), амінокислоту фенілаланін (77 мг / 100 г) тощо.

Часник сприяє розвитку нормальної кишкової мікрофлори, пригнічує процеси гниття та бродіння в кишківнику, поліпшує моторну та секреторну функції шлунка, підвищує опірність організму до застудних, інфекційних захворювань, гальмує ріст злякисних новоутворень. Із наявних відомостей

впливає, що часник – єдиний продукт, що містить розчинний германій (чинник «міцності» та пружності клапанів усього організму).

У м'якоті зрілих цибулин часнику **містяться численні БАР**. По-перше, це вітаміни (аскорбінова кислота – 10...28 мг / 100 г, тіамін – 0,08...0,19 мг / 100 г, рибофлавін – 0,08 мг / 100 г, піридоксин – 0,60 мг / 100 г, ніацин – 1,0...1,2 мг / 100 г). По-друге, мінеральні речовини (калій – 260 мг / 100 г, хлор – 30 мг / 100 г, натрій – 120 мг / 100 г, кальцій – 90 мг / 100 г, магній – 30 мг / 100 г, фосфор – 140 мг / 100 г, залізо – 1,5 мг / 100 г).

Гарбуз. У країнах Старого Світу ця культура поширилася з XVI століття, в добу Великих географічних відкриттів. У давнину гарбуз використовували для лікування хвороб нирок і печінки, подагри, хвороб серця, при порушеннях функцій кишківнику. Виводячи надлишок води з організму, гарбуз зменшує навантаження на серце. **М'якоть плодів містить цукри** (8...14 мг / 100 г), пектини (0,3 мг / 100 г), солі калію (170 мг / 100 г), кальцію (40 мг / 100 г), магнію (14 мг / 100 г), натрію (14...16 мг / 100 г), заліза (0,8...1,7 мг / 100 г), міді, цинку.

Останнім часом медики-дієтологи стали активно розглядати проблему профілактики ракових захворювань аліментарним шляхом, пов'язаним з овочевими і рослинними інгредієнтами (БАР), особливо з високим вмістом вітамінів і мінеральних речовин.

Відомо, що БАР рослин 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. 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.

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

2.2.6. Біологічно активні речовини дикорослої сировини

У сфері людської діяльності дикорослі плодів набувають поліфункціонального значення: водоохоронне та лісоутворююче при лісовідновленні, захисне в плодо- та лісосмугах, як вихідний матеріал у селекції, у використанні для харчових, лікувальних і дієтичних цілей, як тих, що природно ростуть, а також отриманих у результаті внутрішньовидової гібридизації.

Дикорослі плоди та ягоди – багате природне джерело вітамінів, мінеральних сполук, вуглеводів, органічних кислот, ароматичних та інших сполук. Їхня цінність визначається комплексом біологічно активних речовин, зокрема якісним та кількісним складом поліфенолів і аскорбінової кислоти, що є синергістами у живому організмі; каротиноїдами, вітамінами групи В, пектиновими речовинами. Плоди багатьох дикорослих видів, завдяки природному збалансованому співвідношенню цукрів та органічних кислот, вирізняються чудовими харчовими якостями і є важливим резервом у вирішенні проблеми забезпечення населення України здоровим харчуванням.

Вуглеводи. Дикорослі плоди, ягоди та трав'янисті рослини насамперед є ефективним джерелом різноманітних вуглеводів, в числі яких – цукри, поліоли, пектинові речовини, клітковина, геміцелюлоза. Вуглеводи є найважливішою групою органічних сполук, що входять до складу рослинних організмів. Це основне джерело енергії і головний опорний матеріал рослинних клітин. Цукри у поєднанні з кислотами та іншими речовинами зумовлюють характерний смак плодів та ягід і їхні технологічні особливості.

Оскільки дикорослі досі відносяться до недостатньо вивчених рослин, склад та кількість вуглеводів у більшості плодів не визначалися. І в цьому відношенні досить інформативними є уже згадувана книга Валентини Петрової, довідкові дані, наведені у роботі Елеонори Цапалової (представлені в таблицях 2.6, 2.10, 2.11) та Валентини Формазюк «Енциклопедія харчових лікарських рослин».

Основні засвоювані вуглеводи дикорослих – глюкоза, фруктоза, сахароза. Сумарний вміст цукрів становить від 1,0 до 20 %. Переважають моноцукри, глюкоза і фруктоза. У складі багатьох плодів і ягід вони містяться приблизно порівну. Кількість сахарози у більшості дикорослих, за винятком яблук, не перевищує 1 %. У складі малини й більшості представників брусничних переважає фруктоза – найбільш солодкий і дієтично цінний цукор, який доцільно використовувати в раціонах із зниженою калорійністю, а також у харчуванні дітей і діабетиків.

Таблиця 2.6. Вуглеводний склад дикорослих плодів і ягід, %

Назва ягід	Цукри		Пектинові речовини	Поліоли	Клітковина
	Всього	Сахароза			
Глід	3,0...14,0	—	0,7...1,8	—	1,4...3,1
Брусниця	5,2...8,2	0...0,5	0,5...0,7	0,18	1,4...1,6
Виноград	3,9...13,3	—	1,0	—	—
Лохина	6,0...10,1	0...0,5	0,3...0,5	—	1,2
Ожина	2,8...6,7	—	0,4...0,6	—	4,0
Суниця	3,7...8,1	—	0,7...1,4	—	4,0
Калина	7,0-7,6	0,1	0,5...0,7	0,11	1,9
Журавлина	5,2...5,6	0-0,3	0,6...0,8	0,15	2,0
Костяниця	2,1	0,3	1,5	—	2,8

Лимонник	3,8...9,5	—	0,7...4,0	—	—
Малина	3,6...8,4	0,6	0,5...0,7	—	5,2
Морошка	5,0...6,3	0,7	0,3	—	3,8
Обліпиха	2,3...7,1	—	0,4...0,5	—	2,3
Горобина звичайна	3,6	0...0,1	0,3...0,8	9,0...10,4	2,0...3,1
Смородина чорна	7,8...8,8	0,3	0,5...0,9	—	2,4...3,5
Терен	9,3	1,0	1,5	—	2,4
Черемха	5,0...9,7	2,3	0,2...1,0	—	17,2
Чорниця	4,8...9,4	0...0,4	0,4...0,6	—	1,6...2,4
Шипшина	8,0...20,0	—	1,8...2,7	—	4,0

Загальним вмістом цукрів і їхнім співвідношенням зумовлений смак дикорослих. Свій внесок у формування своєрідного солодкого смаку вносять також поліоли, наприклад сорбіт, вміст якого в плодах горобини звичайної складає 9...10,4 %.

Пектинові речовини і клітковина є полімерами вуглеводної природи, в організмі людини вони не засвоюються, але їхня фізіологічна роль досить висока. Пектинові речовини входять до складу клітин і неклітинних утворень. Це похідні галактуранової кислоти. Розрізняють розчинний пектин і нерозчинний – протопектин. Співвідношення між розчинним пектином і протопектином в складі плодів і ягід в процесі росту, дозрівання, зберігання змінюється. Відповідно, стають помітними зміни консистенції. У дикорослих плодах і ягодах міститься 0,2...1,8 % пектинових речовин з хорошими желюючими властивостями, що виявляються при певному співвідношенні пектинових речовин, цукру, кислот.

Автори підручника дослідили вміст пектинових речовин у ряді дикорослих ягід, який наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7. Вміст пектинових речовин в дикорослих ягодах, г на 100 г продукту

Вид ягід	Прото-пектин	Пектин	Сума пектинових речовин	% прото-пектину
Журавлина	0,410	0580	0,990	41,0
Калина	0,410	0510	0,920	44,6
Смородина чорна	0,365	0240	0,605	60,3
Малина	0,080	0030	0,110	72,7
Чорниця	0,0	0056	0,056	-

З отриманих у таблиці даних видно, що максимальну кількість пектинових речовин містять ягоди журавлини (1% за масою продукту). Більш того, 59% цієї кількості припадає на розчинний пектин, який відзначається високою біологічною активністю. З досліджених видів ягід за цими показниками до журавлини наближається лише калина.

Клітковина і геміцелюлози – найпоширеніші в рослинах полімери, що утворюються з численних залишків глюкози. З клітковини побудований скелет рослин, покривні тканини і стінки рослинних клітин. Найбільша її кількість характерна для кісточкових плодів, а також для ягід, що представляють собою збірну кістянку (малина, ожина тощо).

Роль клітковини як основного компонента «грубих» харчових волокон зводиться до нормалізації кишкової мікрофлори, поліпшення процесів травлення і створення відчуття ситості.

В цілому дикорослі слід розглядати як джерело надходження в організм людини харчових волокон.

Органічні кислоти. Вони посідають за розповсюдженістю в рослинах важливе місце безпосередньо після вуглеводів. Накопичується все більше даних про роль органічних кислот у рослинних організмах. Відомо, наприклад, що завдяки певному рН, створеному кислотами, пригнічується розвиток плісняви та інших мікроорганізмів. На сьогодні яблучну кислоту віднесено до специфічних радіопротекторних сполук. Перебуваючи в оптимальному співвідношенні з цукрами, органічні кислоти зумовлюють смакові якості сировини та готової продукції.

Найбільш поширеними кислотами дикорослих плодів і ягід є нелеткі: лимонна, яблучна, винна, щавлева, бурштинова. Локалізовані кислоти в клітинному соку вакуоль. Вміст кислот у дикорослих плодах і ягодах коливається в досить широких межах – від 0,6 до 6,0%. Найбільш висока кислотність характерна для лимоннику, аличі, журавлини, обліпихи, калини.

Цукри маскують кислий смак, дубильні речовини посилюють його і роблять в'язучим. Для об'єктивної оцінки смаку дикорослих плодів і ягід розраховують цукрокислотний коефіцієнт з урахуванням процентного вмісту цукрів і ступеня їхньої солодкості визначається за формулою (2.1):

$$\text{ЦК} = [(C_{\text{глюкози}} \times 100) + (C_{\text{фруктози}} \times 200) + (C_{\text{цукрози}} \times 145)] / C_{\text{кислоти}} \quad (2.1)$$

де С – вміст речовин, %.

У свіжих дикорослих плодах і ягодах кислотність виражають у відсотках на переважаючу кислоту. У зерняткових і кісточкових плодах (яблука, горобина, черемха, терен, алича) домінує яблучна кислота, в складі ягід переважною є лимонна кислота, у винограді – винна. У незрілих плодах і ягодах міститься бурштинова кислота.

Крім нелетких, у складі дикорослих плодів та ягід у невеликій кількості присутні леткі кислоти: оцтова, мурашина, валеріанова, капронова.

Всі вони містяться, наприклад, у плодах калини в кількостях 1,4...3,3 %. Для плодів горобини звичайними є сорбінова (210 мг / 100 г) та парасорбінова (0,8 мг / 100 г) кислоти, і досить значна кількість бурштинової кислоти (200...220 мг / 100 г). Мурашина кислота виявлена в малині (до 0,8 мг / 100 г). Кислоти фенольної природи та їхні ефіри містяться

в мікрокількостях в різних плодах і ягодах. Наприклад, саліцилова кислота міститься в малині, ожині, суниці, журавлині, горобині, лісових яблуках. Складна суміш оксикоричних кислот характерна для глоду, винограду, горобини, смородини, лісових яблук. Для ягід сімейства брусничних характерні фенолокислоти: *p*-оксибензойна, протокатехінова, *o*-пірокатехінова, галова.

При зберіганні плодів та ягід кількість кислот і їхнє співвідношення змінюються. Кислоти витрачаються на дихання, а також беруть участь у біосинтезі різних сполук, у тому числі летких (складні ефіри, етилен тощо).

Аромат свіжих дикорослих плодів і ягід формують леткі кислоти: мурашина, оцтова, валеріанова, ізовалеріанова кислоти, а також ароматичні (бензойна, саліцилова, корична) і складні ефіри цих кислот.

Якісний склад кислот, їхні співвідношення, наявність специфічних для окремих видів дикорослих плодів і ягід кислот є досить надійними критеріями ідентифікації соків і соковмісних напоїв. За наявності достатньої інформації за якісним складом кислот можна визначити автентичність, натуральність, походження соків, процентне співвідношення різних компонентів у складі мультівітамінних і купажованих продуктів.

Для деяких видів дикорослих ягід автори підручника визначили загальний вміст кислот та цукрів. Отримані дані наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8. Вміст органічних кислот та цукрів у дикорослих ягодах, %

Вид ягід	Сума цукрів, %	Сума органічних кислот, %
Журавлина	4,3...4,8	1,84...3,45
Калина	5,1...5,5	1,96...2,76
Смородина чорна	7,8...8,3	0,64...1,38
Малина	8,2...8,9	1,18...1,94
Чорниця	6,9...7,4	0,76...1,68

Азотисті речовини. У складі більшості дикорослих плодів і ягід азотистих речовин міститься небагато і перебуває приблизно в одних межах: у горобині – 0,18...0,24 %, в аронії – 0,21 %, у кизилі – 0,20 %, у малині – 0,14...0,17 %, у глоді – 0,11...0,31 % у перерахунку на сиру масу м'якоті.

Як джерело білку дикорослі плоди і ягоди значення не мають. Основну частину азотистих речовин плодів і ягід становлять вільні амінокислоти, при цьому ряд незамінних амінокислот (лейцин, ізoleyцин, триптофан, цистин, метіонін) є дефіцитними. Вільні амінокислоти мають істотне значення для формування споживчих властивостей дикорослих плодів і ягід, оскільки беруть участь у реакціях, пов'язаних з утворенням аромату.

Вітаміни. Харчова та біологічна цінність дикорослих плодів і ягід переважною мірою визначається наявністю в них вітамінів і вітаміноподібних речовин. У плодах і ягодах представлено водо- і жиророзчинні вітаміни.

Одним із найбільш вивчених у плодах вітамінів є аскорбінова кислота.

Вітамін С, точніше, його відновлена форма – L-аскорбінова кислота – поширена в дикорослих плодах і ягодах (табл. 2.9).. Більшість із них при регулярному вживанні можуть легко поповнити нашу добову потребу в аскорбіновій кислоті (50...100 мг на добу). Тим часом С-вітамінну недостатність відчуває 50 % населення України.

Таблиця 2.9. Вміст аскорбінової кислоти та поліфенольних сполук у дикорослих ягодах, мг / 100 г

Вид ягід	Сухі речовини, %	Аскорбінова кислота	Поліфенольні сполуки
Журавлина	21,4	705	1345,0
Калина	23,2	424	1215,0
Смородина чорна	19,8	551	1858,0
Малина	24,2	386	1344,0
Чорниця	22,6	276	2095,0

За вмістом вітамінів окремі види дикорослих рослин сильно відрізняються. Ягоди сімейства брусничних, а також ожина, костяниця, морошка, черемха містять 10...30 мг / 100 г вітаміну С. Середня його кількість (від 30 до 86 мг / 100 г) характерна для суниці, калини, горобини, лохини, жимолості. Смородина чорна за вмістом аскорбінової кислоти перевершує багато видів плодів і ягід, накопичуючи її до 600 мг / 100 г.

Безумовний лідер накопичення аскорбінової кислоти – шипшина. У складі шипшини колючої зареєстровано від 2500 до 7100 мг / 100 г (культурні сорти шипшини містять вітаміну С до 3000 мг / 100 г).

Накопичення вітаміну С тісно пов'язане з погодними умовами і стадією зрілості плодів та ягід. У недозрілих плодів і ягід С-вітамінність максимальна, при зберіганні, перезріванні, переробленні вона зменшується. Економним та більш ефективним витратам вітаміну С сприяє наявність Р-активних речовин. Особливо високою є потреба в цих вітамінах в умовах переважання вуглеводного типу харчування, що характерно для населення України.

При нестачі тіаміну, рибофлавіну, ніацину та фолацину розвиваються авітамінози, що мають чітко виражені ознаки і симптоми. Найбільш характерним є підвищення розумової стомлюваності. Нині 20...30% українців відчувають дефіцит вітамінів групи В.

Дикорослі рослини не вирізняються високим вмістом вітамінів В₁, В₂ і не можуть поповнити потреби людини в цих БАР. Лише шипшину (0,84...3 мг / 100 г), чорницю (0,02...0,08 мг / 100 г), лохину (0,03 мг / 100 г), деякі види терпких дрібноплідних яблук (0,02 мг / 100 г) можна вважати реальними постачальниками рибофлавіну; горобину – джерелом тіаміну (0,115 мг / 100 г).

У багатьох дикорослих плодах і ягодах виявлені представники сімейства вітамінів В₆ – піридоксин, піридоксаль, піридоксамін, але в невеликих кількостях (від 0,1 до 3,9 мг / 100 г). Ніацин міститься у всіх дикорослих плодах і ягодах, але в кількостях, далеких від оптимальних.

Більше від інших містять ніацин чорниця (0,03...2,1 мг / 100 г), дрібноплідні яблука (0,3 мг / 100 г), шипшина (1,3...1,5 мг / 100 г), обліпіха (0,6 мг / 100 г), малина (0,6 мг / 100 г).

Найбільшу цінність деякі дикорослі являють як джерело фолієвої кислоти (В₉, фолацин). З дикорослих плодів і ягід, які легко поповнюють потребу людини в фолацині, слід назвати обліпіху (9 мг / 100 г), горобину (0,36 мг / 100 г), шипшину (0,88 мг / 100 г), суницю (0,2 мг / 100 г), малину (0,18 мкг / 100 г), яблука лісові та дрібноплідні (2 мг / 100 г). Помічено, що в сонячне літо фолієвої кислоти в плодах і ягодах накопичується в 2...3 рази більше, ніж у прохолодне і дощове.

Таблиця 2.10. Вміст жиророзчинних вітамінів у дикорослих плодах та ягодах, мг/100 г

Назва ягід	β-каротин (провітамін А)	Філохінон (К ₁)	Токофероли (Е)
Глід	0,3...6,2	0,15...0,68	4...6
Суниця	0,03	0,2...0,4	0,3...0,9
Калина	0,1...2,5	0,12	—
Малина	0,2...0,7	0,3...0,6	0,3...0,6
Морошка	1,1...2,4	—	—
Обліпіха	8...10	0,6...1,3	2,9...18
Горобина звичайна	3,2...5,1	0,8...1,2	0,6...5,1
Смородина чорна	0,1...0,3	0,4...1,2	0,4...1,2
Чорниця	0...1	0,4...0,6	—
Шипшина	2,0...2,6	0,6...1,2	1...8,8

Вітамін Е стабілізує і захищає ненасичені ліпіди від надлишкового окислення, запобігає безпліддю у тварин і людини. За хімічною природою вітамін Е являє собою групу близькоспоріднених сполук – токоферолів, котрі існують у трьох формах: α, β, γ.

Найбільша біологічна активність властива α-токоферолові. Токофероли синтезуються лише рослинами. Винятково багата на них обліпіха – до 18 мг / 100 г у плодах і в десятки разів більше в олії. Багаті на токофероли шипшина, глід, горобина звичайна, досить багато їх у борщівнику та папоротях.

Вітамін К сприяє зсіданню крові. У плодах і ягодах він міститься у формі К₁ (філохінон). Відомості про кількість філохінону в дикорослих плодах і ягодах обмежені. За наявними даними, більше від інших вітаміну К₁ накопичують горобина, чорна смородина, шипшина, чорниця.

Мінеральні речовини. Дикорослі плоди та ягоди є джерелом мінеральних речовин, що грають важливу роль в обмінних процесах. Безпосередньо пов'язані із ферментними системами клітин, вони беруть участь в окислювально-відновних процесах у рослині і впливають на синтез

вуглеводів, білків, нуклеїнових та органічних кислот, вітамінів тощо. Вони зумовлюють активність і спрямованість дії ферментів та гормонів.

У дикорослих плодах та ягодах мінеральні речовини містяться у легкодоступній для організму людини формі, і серед них є ряд мікроелементів, котрі рідко зустрічаються в інших сировинних джерелах.

Загальна кількість мінеральних речовин або золи у складі дикорослих – 0,2...0,54 %. У складі золи виявлено макро-, мікро- і ультрамікроелементи.

Дикорослі рослини, багаті на калій, натрій, кальцій, магній, дають початок лужним сполукам, регулюючи лужно-кислотну рівновагу. Натрій і калій регулюють водно-сольовий обмін і, ймовірно, механізм пам'яті людини.

Найбільш високим вмістом калію відрізняються смородина, журавлина, обліпіха, малина, яблука, ягоди сімейства брусничних, черемха, морошка. За вмістом натрію і кальцію вирізняється лохина, малина, чорниця. Максимальну кількість кальцію містять брусниця, суниця, обліпіха і смородина.

Таблиця 2.11. Вміст найважливіших макроелементів у складі дикорослих плодів і ягід, мг / кг

Назва ягід	Калій	Натрій	Кальцій	Магній	Фосфор
Брусниця	73,7...88	7...15,4	11,8...40	3,7...9,4	16...383
Лохина	43,5...51	6...33,8	16...21,7	7...9,9	8...33,5
Ожина	25,8...208	21...25,1	—	—	32...993
Жимолость	70,3	35,2	19,3	21,7	35,7
Суниця	30,8...160	18...22,1	27,9	13...18	23...103,6
Калина	38,5	—	—	—	96,7
Журавлина	68,5...119	9,5...13,8	14,2...2,17	4,1...15	11...31,4
Костяниця	35,9	18...19,4	30,8	10,7	96,2
Малина	24,9...220	23,4	37,1	12,4	37...88,9
Морошка	28,1	21	36,4	20,7	113,7
Обліпіха	103...175	35	11...42	20...30	126
Смородина чорна	37,2...270	32,5	22...36	6,8...35	33...51,6
Чорниця	51...377	6...33,6	16...20,8	6...103	13...33,9
Шипшина	23...51	5...6	16...28	6...8	13

Більше від інших накопичують залізо шипшина, суниця, черемха, калина, ягоди з роду малини. Яблука сибірські дрібноплідні перевершують своїх культурних родичів у здатності до накопичення заліза (до 32 мг / кг свіжих плодів). Залізо з рослинних продуктів засвоюється організмом людини лише на 10 %. При цьому багато дикорослих плодів і ягід залишаються досить ефективним джерелом заліза в харчуванні населення.

2.2.7. Біологічно активні речовини сировини тваринного походження

2.2.7.1. Молоко та молокопродукти

Молоко і молочні продукти найширше застосовуються в харчуванні населення, за винятком незначної кількості осіб із непереносимістю лактози. У зв'язку з цим, молоко служить надзвичайно цінною харчовою основою для виробництва збагачених харчових продуктів. Продукти його перероблення, передусім сироватка, нині знайшли широке використання у виробництві соковмісних напоїв та напоїв бродіння. Академік І. Павлов відносив молоко до їжі, котра «виготовлена самою природою, відзначається легкою перетравлюваністю і поживністю».

Гіппократ, а до нього ще лікарі Давнього Єгипту, використовували молоко ослиць для лікування багатьох недуг. За свідченнями Аристотеля, Плінія, Геродота, у Давній Греції козяче та кобиляче молоко допомагало лікуватись від хвороби, котру потім назвали туберкульозом легенів; а коров'яче молоко – від недокрів'я.

З XVI-XVII століть свіже молоко стали широко застосовувати і в якості лікувально-профілактичного засобу в багатьох країнах Європи. Так, його рекомендували використовувати при подагрі, хворобах нервової системи, шлунково-кишкового тракту, від недокрів'я та як протиотруту.

Хоча від 88,1 до 91,4 % молока становить вода, це на його смаку практично не позначається. Не відчуває людина чітко і солодкість лактози, частка якої в молоці складає від 4,7 до 6,4 %, оскільки вода і лактоза у свіжому молоці входять до складу органічних сполук. Однак цей зв'язок порушується при замерзанні молока і подальшому його відтаюванні.

Вітамінний склад молока залежить від багатьох причин та передусім визначається якістю й кількістю кормів худоби. Пастеризоване звичайної жирності молоко (3,2 %) містить 0,02 мг % провітаміну А; 0,03 мг % вітаміну В₁; 0,13 мг % вітаміну В₂; 1,0 мг % вітаміну С; до 10 мг % вітаміну D; 0,15 мг % вітаміну Е.

Досить багато у пастеризованому молоці корисних для травлення ферментів протеази, ліпази, амілази, каталази. Калію в молоці міститься 146 мг %, натрію – 50 мг %, кальцію – 121 мг %, магнію – 14 мг %, фосфору – 91 мг %, заліза – 0,1 мг %, кобальту – 2,7 мкг %. Хоча заліза у молоці порівняно небагато, воно всмоктується і бере участь у кровотворенні практично повністю.

У незбираному свіжому коров'ячому молоці – значна частка метіоніну, холіну, лецитину, що надає йому значної ліпотропної (протиатеросклеротичної) активності. Молочний лецитин має також антибактеріальні властивості. З цієї причини свіже молоко свою протибактеріальну активність при зберіганні за температури 10 °С протягом доби.

Білків у пастеризованому молоці міститься до 3 %, майже стільки ж жиру, а енергетична цінність складає 58 ккал.

2.2.7.2. М'ясо та м'ясопродукти

Свого часу Інститутом харчування АМН СРСР м'ясо великої та дрібної рогатої худоби, свиней, кроликів і свійської птиці було віднесено до джерел білків I класу, тобто таких, що містять у значних кількостях усі незамінні амінокислоти.

Найбільш вишуканим дієтичним вимогам відповідає телятина. Вона містить 78 % води, 19,7 % білків, 1,2 % жирів, 344 мг % калію, 108 мг % натрію, 11 мг % кальцію, 24 мг % магнію, 189 мг % фосфору, 1,7 мг % заліза; 0,14 мг % вітаміну B₁, 0,23 мг % вітаміну B₂, 3,3 мг % вітаміну PP. Пуринових основ у телятині менше, ніж у яловичині, а холестерину – значно менше. Близько 60 % підшкірного і внутрішньом'язового жиру теляти складають біологічно активні високоненасичені жирні кислоти.

Свинина також вважається одним із важливих постачальників повноцінних білків у харчуванні як здорової, так і хворої людини. Свинина містить 51,6 % води, 16,4 % білків, 14,6 % жирів, 272 мг % калію, 51 мг % натрію, 21 мг % магнію, 164 мг % фосфору, 1,6 мг % заліза, 2,6 мг % вітаміну E. Холестерину у свинині менше, ніж у яловичині, а ось пуринових основ більше, ніж у яловичині та телятині, однак менше, ніж у курятині та індичатині.

М'язовий і підшкірний жир свині багатший від численних жирів тваринного походження на високоненасичені жирні кислоти, зокрема одну із найбільш біологічно активних – арахідонову. В дієтичному харчуванні можна періодично замінити відварну яловичину на відварну свинину.

У м'ясі курей мало сполучнотканинних білків. За набором і співвідношенням амінокислот куряче м'ясо належить до повноцінних сортів. Курятина містить: білків – 18,2 %, жирів – 18,4 %, вуглеводів – 0,7 %, калію – 194 мг %, фосфору – 228 мг %, кальцію – 16 мг %, заліза – 3 мг %; порівняно великі кількості пантотенової кислоти, інозиту. Калорійність – 241 ккал.

Жир курячої тушки містить у середньому 23 % поліненасичених жирних кислот, 53 % мононенасиченої жирної кислоти, і лише 24 % насичених жирних кислот. Вміст холестерину у курятині – близько 54 мг %, а ліпотропних сполук – від 76 до 111 мг %. Страви з курятини своїм специфічним запахом зобов'язані глютаміновій кислоті, ефірним оліям і екстрактивним сполукам, що містять азот. У повному сенсі слова дієтичним є біле м'ясо відварної курки.

Із наведених даних можна зробити висновок, що, на відміну від рослинної сировини, продукти тваринництва слід розглядати переважно як харчові середовища для збагачення різноманітними біологічно активними речовинами, а продукти рослинного походження – як багаті природні джерела отримання поліфункціональних збагачувачів.

ВИСНОВКИ

1. Людський організм не здатен синтезувати більшості необхідного комплексу біологічно активних речовин. Тому для забезпечення його

нормальної життєдіяльності, захисту від передчасного старіння та різноманітних хвороб комплекс БАР повинен надходити з харчовими продуктами.

2. Плоди, ягоди, овочі, дикорослі рослини, молоко та м'ясо є багатим джерелом вітамінів, мінеральних елементів, білків, вуглеводів, жирів тощо. Плоди та овочі є більш доступними для харчування населення, ніж молоко і м'ясо. Окрім цього, вони мають лужну реакцію, і їх споживання сприяє встановленню оптимального кислотно-лужного балансу в організмі людини.

3. Різноманітний позитивний вплив БАР овочів та фруктів на організм людини визначає необхідність застосування їх у їжу. При загальному багатому вмісті мінеральних солей, вітамінів, фітонцидів, ферментів та інших корисних сполук, котрі відіграють важливу фізіологічну роль у функціонуванні органів та систем, кожен вид плодів, овочів, дикорослих рослин має унікальні, властиві саме йому характеристики. Ця особливість – один із чинників, що визначають необхідність споживати широкий асортимент рослинних сільськогосподарських культур.

4. Споживання в їжу овочів значною мірою сприяє вирішенню проблеми білкового харчування, котре за останні роки істотно погіршилось, а споживання м'ясних і молочних продуктів зменшилось. У зв'язку з цим, збільшилась необхідність збалансованості харчування за рахунок білків рослинного походження.

5. Плоди, ягоди, дикорослі є харчовим джерелом енергії. Згідно з медичними даними, для підтримання нормальної життєдіяльності людини їй потрібно в середньому на добу від 10 000 до 18 000 кДж. Людина сама генерує біоенергію і регулює свій енергетичний баланс. Вважається, що дві третини енергії ми отримуємо з космосу від біологічних джерел, а одна третина енергії надходить через шлунок у вигляді біологічно активних речовин їжі.

8. Плоди, овочі та дикорослі є практично основним джерелом аскорбінової кислоти. Умови, що сприяють фотосинтезові, водночас стимулюють накопичення аскорбінової кислоти. Разом з тим, важливим чинником її біосинтезу є наявність необхідних біологічно активних речовин, наприклад моноз та шестиатомних спиртів.

11. У живому організмі не існує жодного важливого біохімічного процесу, у якому б не брали участі мінеральні елементи. Тому теорія мінерального обміну і мінерального живлення є на сьогодні однією з визначальних при розробленні раціональної системи харчування.

12. Розвиток науки визначає нові напрями забезпечення населення раціональним харчуванням. Вони зумовлюються передусім відкриттям нових даних стосовно ролі тих чи тих БАР у функціонуванні організму людини, а також пошуком нових, у тому числі нетрадиційних, джерел з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

13. Проблема XXI століття – створення харчових продуктів оздоровчої, лікувальної, профілактичної дії. І на сьогодні немає жодної галузі харчової

промисловості, яка могла б успішно розвиватись у цьому напрямі без застосування необхідних біологічно активних речовин в ефективних дозах.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Охарактеризувати основні функції харчових продуктів залежно від наявних біологічно активних речовин.
2. Описати специфіку анатомічної будови рослинних клітин та їхню роль у структурно-механічних властивостях плодоовочевої сировини.
3. Дати загальну характеристику основних біокомпонентів плодоовочевої сировини.
4. Охарактеризувати кількісно і якісно плодово-ягідну сировину..
5. З'ясувати позитивний вплив основних біокомпонентів овочевих культур на функціонування організму людини.
6. Дати класифікацію основних біологічно активних речовин дикорослої сировини, з'ясувати їхні переваги перед культурними аналогами.
7. Молоко як найбільш повноцінний і збалансований за вмістом біологічно активних речовин природний продукт.
8. Характеристика харчової та біологічної цінності м'яса. Білки м'язової тканини.

Лекція 3. Біологічна активність макро- та мікронутрієнтів

План лекції

3.1. Біологічна активність макро- та мікронутрієнтів

3.2. Біологічна активність мікронутрієнтів

Література: [1] с.42-78.

3.1. Біологічна активність макро- та мікронутрієнтів

У світлі сучасних даних відомі поживні речовини класифікують на три групи:

а) **речовини, що мають переважно пластичні властивості.** Сюди відносять білки, аміно- і нуклеїнові кислоти, ліпоїди, поліненасичені жирні кислоти, макроелементи тощо.

б) речовини переважно енергетичного призначення – вуглеводи, жири;

в) речовини, що виконують в обмінних процесах переважно роль біологічних каталізаторів – вітаміни, мікроелементи, харчові ферменти, гормони тощо.

Однак треба мати на увазі, що провести різку межу між цими групами не вдається. Відомо, що білки, виконуючи в основному пластичну функцію, у певних умовах можуть бути джерелом енергії, а цілий ряд білкових сполук (нуклеїнові сполуки, ферменти, гормони) є досить активними біокаталізаторами.

Жири, поряд з енергетичними властивостями, виконують пластичні функції, входячи як структурні елементи до складу багатьох клітин.

Мікроелементи й вітаміни, будучи біохімічними каталізаторами, водночас можуть відігравати важливу роль як пластичний матеріал тощо.

Дуже важливо детально вивчити різноманітні значення для організму кожної харчової речовини, що дозволить ближче підійти до питань їхнього науково обґрунтованого нормування та створення **нового покоління харчових продуктів оздоровчого призначення**.

3.1.1. Біокаталітичні властивості білків

Білки – це складні високомолекулярні азотовмісні сполуки, обов'язковою структурною одиницею яких є амінокислоти. На сьогодні хімікам відомо понад 100 амінокислот. У білках тваринного й людського організму, а також у тканинах рослин, як правило, їх зустрічається всього лише 20.

Присутність в амінокислотах водночас кислої й лужної груп надає їм можливості сполучатися між собою з утворенням полімерних ланцюгів. Якщо ланцюги короткі, вони називаються **пептидами**, якщо довгі – **поліпептидами**.

Потрапляючи із продуктами харчування в травний тракт, білки під впливом травних соків, що містять протеолітичні ферменти (пепсин, трипсин) розпадаються спочатку на менш складні сполуки – альбумози, потім пептони, поліпептиди, дипептиди, а останні – на прості кінцеві продукти – амінокислоти. Амінокислоти, всмоктуючись через кишкові стінки, розносяться кров'ю по тканинах, де знову відбувається синтез специфічних білків організму.

Було показано, що в процесі обміну речовин **не всі харчові білки здатні справляти однаковий біологічний ефект**. Найвищу біологічну активність мають білки тваринних продуктів (м'яса, молока, риби тощо), у першу чергу білок цільного курячого яйця.

Деякі рослинні білки (білок кукурудзи – зеїн, пшениці – гліадин тощо), рідше тваринні (білки желатини, сполучної тканини – еластин, колаген тощо) показали при годівлі експериментальних тварин невисокий біологічний ефект. Додавання до таких білків окремих амінокислот (триптофану, лізину тощо), хоча й підвищує їхню активність, але не доводить її до рівня тваринних продуктів. Отже, **ступінь біологічної активності білків їжі зумовлюється передусім її амінокислотним складом**.

Серед амінокислот, що складають білки харчових продуктів, були виявлені незамінні (есенціальні) та замінні (неесенціальні) амінокислоти. Незамінні амінокислоти в організмі тварин і людини не здатні синтезуватися, вони повинні надходити до нього в готовому вигляді з їжею. Замінні амінокислоти в організмі утворюються з інших азотовмісних компонентів, головним чином замінних амінокислот. **До незамінних відносять вісім**

амінокислот: валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін.

Для створення оптимальних умов катаболічних процесів у тканинах істотну роль відіграють співвідношення між замінними й незамінними амінокислотами. В експерименті було встановлено, що максимальний біологічний ефект білків їжі може бути досягнуто при загальній кількості азоту – 42 % незамінного. Інші 58 % повинні припадати на азот замінних амінокислот. Значення замінних амінокислот їжі зводиться до двох важливих функцій – **по-перше**, постачання організму матеріалом для синтезу незамінних амінокислот; **по-друге**, запобігання використанню тканинами незамінних амінокислот для синтезу замінних.

У випадках недостатнього білкового харчування **доцільне збагачення добових раціонів замінними й незамінними амінокислотами.** З метою попередження негативного впливу дисбалансу амінокислот необхідно враховувати співвідношення між їхніми окремими представниками. **Природні амінокислоти мають перевагу перед синтетичними стосовно активності їхньої біологічної дії.**

Існує найтісніший взаємозв'язок між білковим і вітамінним обміном. Вітаміни, що надходять в організм з їжею, можуть бути використані тільки за умови їхньої взаємодії з білком. Недостатня або надлишкова (щодо оптимальних норм) кількість білку погіршує засвоєння й порушує фізіологічну роль вітамінів. У першу чергу це виявляється на вітамінах групи В, які є структурними елементами найважливіших окисних систем.

Відзначено також тісний взаємозв'язок між вмістом білку в їжі й кількістю аскорбінової кислоти в тканинах і рідинах тіла. Чим багатша їжа на білок, тим більш насичені тканини аскорбіновою кислотою.

Явища імунітету й реактивності організму (опірності й чутливості до інфекцій) пов'язані також з особливим станом і перетворенням білків. У світлі сучасних поглядів – утворення антитіл являє собою лише видозмінений процес нормального біосинтезу глобулінів. Тому стан імунітету значною мірою залежить від достатності білкового харчування. Тривала малобілкова дієта може стати однією з головних причин підвищеної чутливості організму людей і тварин до дії різних інфекційних агентів.

Із сказаного випливає, що серйозні порушення стану здоров'я може викликати не тільки дефіцит білку, а й нестача у їжі окремих біологічно важливих амінокислот. Тому харчові раціони різних груп населення повинні містити амінокислоти в оптимальних кількостях і співвідношеннях. Цієї тези необхідно також дотримуватись **при створенні нових харчових продуктів, призначених для подолання білкової недостатності.**

Як уже зазначалося, з усіх завдань щодо забезпечення населення раціональним харчуванням найважливішою є проблема повноцінного білкового харчування. У зв'язку з цим, необхідно вирішувати проблему

кількісного та якісного поліпшення білкового харчування всіх груп населення.

Ця проблема може бути вирішена в трьох напрямках:

- **забезпечення** кількісної сторони білкового харчування;
- **поліпшення** якості білку їжі;
- **заощадження** білкового компонента їжі.

Різні харчові продукти містять різну кількість білків. Наведені нижче таблиці складено на основі довідника І. М. Скурихіна «Химический состав пищевых продуктов». Щоб орієнтуватись у цьому питанні, можна користуватись даними таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Вміст білку у харчових продуктах (г /100 г)

Харчові продукти	Вміст білку, г /100 г
Сири кисломолочні нежирні, тверді сири, м'ясо, риба, соя, горох, квасоля, амарант, горіхи	понад 15 г
Сири кисломолочні жирні, свинина, ковбаси варені, сосиски, яйця, крупа (манна, гречана, вівсяна), пшоно, борошно пшеничне, макарони, гриби	10 – 15 г
Хліб житній і пшеничний, крупа перлова, рис, зелений горошок	5 – 10 г
Молоко, кефір, сметана, морозиво, шпинат, капуста цвітна, картопля	2 – 5 г
Майже всі овочі, фрукти, ягоди	0,4 – 2 г

Найкраще засвоюються білки, якщо рослинні продукти споживати з тваринними, тобто молочні продукти з хлібом, крупами, м'ясні продукти з овочами тощо.

3.1.2. Амінокислоти: роль та перспективи використання у харчових технологіях

Більшість амінокислот може бути синтезовано самим організмом, а дев'ять незамінних він отримує лише із харчових продуктів. Хоча біосинтез амінокислот із простих попередників є в кількісному відношенні не таким істотним процесом у біосфері, як біосинтез вуглеводів, однак він абсолютно необхідний для всіх форм життя.

Порушення балансу амінокислот в організмі призводить до порушення синтезу білків. Разом з тим, при нестачі незамінних амінокислот в організмі накопичуються кислоти, що не беруть участі в синтезі білків. Ось чому білкова нестача, зменшення необхідної кількості амінокислот розглядається як початок захворювання: вона призводить до зниження діяльності травних ферментів і погіршення засвоєння компонентів їжі. Тривала білкова нестача викликає його повну втрату організмом, виснаження, повну втрату енергії, втрату маси, руйнування м'язів, анемію, і в найважчому випадку – смерть.

В таблиці 3.7 наведено дані щодо впливу добавок різних амінокислот на якість зернових продуктів, що оцінюється за коефіцієнтом білкової ефективності (дані взято з роботи Т.Акасі, Японія, 1987 р.)

Таблиця 3.7. Вплив добавок амінокислот на якість зернових продуктів

Сировина	Добавка амінокислоти	Коефіцієнт білкової ефективності	
		З добавкою	Без добавки
Рис	Лізін, 0,2% Треонін, 0,2%	2,6	1,5
Пшениця	Лізін, 0,2%	1,6	0,7
Пшениця	Лізін, 0,4% Треонін, 0,3%	2,7	0,7
Кукурудза	Лізін, 0,4%	1,1	0,9
Кукурудза	Лізін, 0,4% Триптофан, 0,07%	2,6	0,9
Казеїн	-	-	2,5

Ці дані свідчать про те, що добавки незначної кількості незамінних амінокислот до борошна із різних зернових культур значно підвищують харчову цінність отриманих напівфабрикатів і в підсумку сприяють економії харчових ресурсів.

Організм здатен синтезувати необхідні білки в необхідних кількостях лише при наявності достатньої кількості усіх незамінних амінокислот – ізолейцину, лейцину, лізину, метіоніну, фенілаланіну, треоніну, триптофану, валіну (для дітей незамінною амінокислотою також є гістидин). За відсутності хоча б однієї із них білки не виробляються, а їжа використовується лише як джерело енергії або накопичується у жирових відкладеннях.

Тому необхідно забезпечити адекватне постачання організму цими амінокислотами за допомогою відповідного харчування зі збалансованим складом тваринних та рослинних білків. І це є одним із найістотніших чинників здоров'я в сучасних умовах.

Умовно незамінні амінокислоти, такі як тирозин, аргінін та цистеїн, зменшують потребу організму у незамінних амінокислотах, що важливо враховувати при розробці харчових продуктів.

Глютамінова кислота є важливим компонентом білків, а також нейромедіатором, що впливає на функції мозку. Вона використовується у медицині для лікування нервових розладів та підтримки кислотно-лужного балансу. ГАМК застосовується для покращення мовлення, відновлення пам'яті після інсульту, зниження рівня глюкози та кров'яного тиску.

Глутамін займає значну частину амінокислотного складу крові та є ключовим джерелом азоту. Він використовується для покращення роботи мозку, зміцнення імунітету та лікування залежностей. Дози 12 г на добу допомагають боротися з алкоголізмом.

Гліцин регулює процеси в центральній нервовій системі, покращує сон та зменшує стрес. Він міститься в тканинах мозку і використовується у фармакології для зняття тривожності та підвищення працездатності. Триптофан сприяє синтезу серотоніну, що впливає на настрій та сон. Його дефіцит пов'язаний із депресією.

Аргінін сприяє зниженню рівня холестерину, нормалізує кровообіг та зміцнює імунітет. Карнітин покращує енергетичний обмін, підтримує серцево-судинну систему та зменшує ознаки фізичного та психічного перевантаження.

Лізин необхідний для росту, зміцнення кісток і профілактики остеопорозу. Його дефіцит може викликати анемію та слабкість. Таурин бере участь у синтезі жовчі, сприяє нормалізації кров'яного тиску та запобігає тромбозу.

Таурин, аргінін, карнітин, глутамін, пролін, тирозин тощо при всій своїй "замінності" входять до числа найцінніших БАР. Зазвичай організм за рахунок реакцій трансамінування отримує їх з інших біохімічних сполук (наприклад, на таурин можуть перетворюватись сірковмісні амінокислоти метіонін та цистеїн), однак у таких кількостях, котрі визначаються доступністю усіх інших інгредієнтів.

Як показує досвід, сировинні ресурси здебільшого або містять незначні кількості амінокислот, або повністю позбавлені їх. Тому необхідність додаткового введення амінокислот до раціону здорового харчування очевидна.

Наприклад, добова потреба в таурині складає 1,5...4 г, що необхідно враховувати при створенні нових харчових продуктів.

На рівні сучасних знань біології, біохімії, медицини, фізіології рослинна та тваринна сировина і продукти з неї є надзвичайно важливим носієм біологічно активних речовин. Однак цей факт і досі недостатньо враховують як фармакологи, так і лікарі широкого профілю.

Харчові продукти лише останнім часом почали розглядати в якості джерела біологічно активних речовин, хоча ще наприкінці 70-х років ХХ століття фахівці констатували, що, «...по-перше, багато біологічно активних речовин виявлено в харчових продуктах у рівних, а іноді і вищих дозах, ніж вони використовуються у фармакології, і, по-друге, багато компонентів їжі в умовах організму служать найближчими попередниками найбільш сильнодіючих сполук, котрі, щойно ізольовуються з їжі чи тканин, стають предметом фармакологічних досліджень».

Це наглядно видно із наведених у матеріалі відомостей, згідно з якими майже всі розглянуті амінокислоти природних матеріалів перетворюються в організмі людини на важливі біохімічні сполуки, кожна з яких справляє специфічний вплив на нормалізацію функціонування усіх систем та органів, сприяючи підтриманню здоров'я на належному рівні.

Для наочності у таблиці 3.8 наведено вміст амінокислот у ламінарії.

Таблиця 3.8. Вміст амінокислот у ламінарії

Амінокислота	Вміст, мг / 100 г
Аспарагін	1359,8
Треонін	800
Серін	702
Глутамін	1668,6
Гліцин	842,5
Аланін	1030,8
Цистин	91,8
Валін	903,6
Метіонін	363,7
Таурин	35,4
Ізолейцин	873,7
Лейцин	1602,1
Тирозин	421,9
Фенілаланін	609,7
Лізін	791,8
Гістидин	271,3
Триптофан	85,8
Аргінін	1265,7
Пролін	1022,8
Всього	14743

При аналізі позитивного впливу амінокислот на функціонування організму людини необхідно враховувати показник азотистого балансу. Азотистий баланс визначається співвідношенням отриманого і витраченого азоту. Якщо надходження азоту дорівнює витраті його, це відповідає нульовому балансу. Якщо ж витрати перевищують надходження азоту, такий стан називають негативним азотистим балансом, а коли надходження азоту більше від його витрати, прийнято говорити про позитивний баланс.

Позитивний азотистий баланс досягається тільки, якщо покриваються цілком енергетичні потреби людини. У здорових людей при наявних запасах поживних речовин позитивний азотистий баланс може спостерігатися протягом деякого часу при недостатньому чи нульовому енергозабезпеченні. Азотистий баланс у хворого з недостатністю харчування може бути збільшено за рахунок підвищення споживання як енергії, так і азоту.

3.1.3. Біологічно активні речовини – природні біорегулятори

Біорегуляція – новий науковий напрям, пов'язаний із вивченням молекулярних і клітинних механізмів, що керують гомеостазом, розробленням способів відновлення фізіологічних функцій організму з метою запобігти і лікувати різні захворювання.

Незначний фактичний матеріал дозволяє виокремити два основні напрями у вивченні природних біорегуляторів: рослинні біорегулятори та пептидні біорегулятори тваринного походження.

Пептиди – це універсальні білки. На противагу іншим білкам, що складається з великої кількості амінокислот, пептиди неспецифічні, і тому можна використовувати пептиди тварин для введення в організм людини – це не викличе алергічних реакцій. Пептиди підходять до генів людини, як ключі до замків, взаємодіють з ними і включають механізми синтезу білку.

Пептиди беруть участь у багатьох процесах живих організмів, володіють високою фізіологічною активністю, регулюють різні біологічні процеси. За своєю біорегуляторною дією пептиди прийнято ділити на групи:

- сполуки з гормональною активністю (глюкагон, окситоцин, вазопресин тощо);
- речовини, що регулюють травні процеси (гастрин, шлунковий інгібуючий пептид тощо);
- пептиди, що регулюють апетит (ендорфіни, нейропептид-У, лептин тощо);
- сполуки зі знеболюючим ефектом (опіюїдні пептиди);
- органічні речовини, що регулюють вищу нервову діяльність, біохімічні процеси, пов'язані з механізмами пам'яті, навчання, виникненням почуття страху, люті тощо;
- пептиди, що регулюють артеріальний тиск і тонус судин (ангіотензин II, брадикінін тощо)
- пептиди імунологічної дії, що захищають організм від токсинів.

Для нормальної роботи клітин і тканин необхідно вживати адекватну кількість пептидів. Проте з віком і при патології виникає їхній дефіцит, який істотно прискорює зношування тканин, що призводить до старіння всього організму. Сьогодні проблему недостатності пептидів в організмі навчилися вирішувати. Пептидний пул клітини заповнюють синтезованими в лабораторних умовах короткими пептидами.

Останнім часом пептидні біорегулятори застосовуються не тільки в лікуванні захворювань, а й для профілактики старіння. Таким чином, ті органи, які з часом починають працювати гірше, будуть оновлюватися і омолоджуватися, даючи людині можливість не просто прожити довше, а й відчувати себе сильною та здоровою.

Пептидні біорегулятори були відкриті понад 30 років тому. З тих пір вчені провели безліч досліджень, результати яких просто вражають. Люди, що вживали пептидні комплекси, позбувалися від важких захворювань в 2,5 рази швидше, ніж звичайно; на 50% зменшилася смертність серед літніх людей; люди старечого віку відчували себе сильними, бадьорими і енергійними.

Зовсім недавно вчені визначили клас так званих універсальних регуляторних пептидів, які здатні нормалізувати активність як окремих типів клітин, так і цілих органів та систем. Випробування, що їх здійснюють учені та медики всього світу, доводять, що регуляторні короткі пептиди відповідають за широкий спектр різних фізіологічних явищ в організмі. Як

наслідок, вони застосовні в лікуванні цілого ряду хвороб різного походження та тяжкості.

Регуляторні пептиди забезпечують гармонію в роботі окремих клітин, органів і систем організму. Захворювання розвивається, коли в їхній цілісній системі виникає дисбаланс, порушується природне співвідношення їх кількостей. Регуляторні олігопептиди – одні з найважливіших, що відповідають за функцію саморегуляції організму (гомеостазу).

Усі клітини організму безперервно створюють і підтримують певний, затребуваний рівень регуляторних пептидів. Але якщо відбувається порушення гомеостазу, швидкість їх утворення (у всьому організмі або в певних тканинах) зростає, або зменшується.

У людському організмі пептид виконує функцію інформаційної молекули, доставляючи інформацію від однієї клітини до іншої. Потрапляючи всередину живої клітини, пептид викликає синтез активних речовин, нормалізує метаболізм і активує процес відновлення. Таким чином, пептиди викликають масове омолодження тканин.

Пептидні біорегулятори впливають на організм за такими напрямками:

- омолоджують клітини організму;
- підвищують стійкість клітин до кисневого голодування;
- підвищують стійкість клітин до токсинів;
- оптимізують тканинний метаболізм;
- оптимізують засвоєння тканинами поживних речовин і виділення продуктів розпаду;
- оптимізують функціональну активність клітин та клітинний метаболізм;
- оптимізують процеси регенерації всіх тканин організму.

Саме завдяки впливу на загальному рівні регуляторні пептиди, що відповідають певним тканинам, ефективні при широкому спектрі захворювань. Короткі регуляторні пептиди відрізняються від усіх сучасних медикаментів і популярних сьогодні дієтичних добавок. Все, що сьогодні пропонує ринок лікарських засобів, – це хімія і біохімія. Пептиди, своєю чергою, діють не хімічним шляхом. Вони несуть інформацію, приховану в амінокислотах.

Ще одна позитивна властивість біорегуляторів – у тому, що вони виявляють антиоксидантну активність. Крім того, короткі пептиди здатні визначати напрям диференціювання стовбурових клітин. Таким чином, вони активують резервний потенціал кожної тканини і відновлюють її навіть при дуже серйозних ушкодженнях.

Ще одна важлива перевага пептидів – їхня виражена протипухлинна дія. Вони можуть бути:

- стимуляторами росту,
- стимуляторами імунітету,
- протиалергічними засобами,
- природними анальгетиками,

- пептидами пам'яті,
- пептидами сну,
- модуляторами поведінки і настрою.

Біорегулятори (пептиди) доцільно застосовувати в будь-якому віці. Це необхідно для підтримання нормального рівня обмінних процесів, профілактики та лікування різних захворювань, реабілітації після важких хвороб, травм, операцій, для уповільнення процесів старіння.

Препарати, що містять біорегуляторні пептиди, випускаються в різних лікарських формах. Одна з таких форм, яка сьогодні набуває широкого поширення, – це дієтичні добавки. До їхнього складу, крім олігопептидів, включається ряд корисних біологічно активних речовин: вітаміни, мікроелементи тощо.

3.1.4. Біологічні властивості жирів

Жири – нерозчинні у воді органічні речовини, які складаються з гліцеролу та вищих жирних кислот. Вони належать до життєво необхідних компонентів харчового раціону і відіграють важливу роль у життєдіяльності організму. Крім жирів, у продуктах міститься багато жироподібних сполук (ліпоїдів), які також мають певне фізіологічне значення. Загалом жири й жироподібні сполуки називають *ліпідами*. Останні виконують такі функції в організмі - енергетичну, пластичну, захисну, запасну, регуляторну.

Класифікація і характеристика ліпідів

Ліпіди є в усіх клітинах тварин, рослин та мікроорганізмів. В організмі тварин багатими на ліпіди є підшкірна жирова клітковина, головний та спинний мозок, печінка, нирки і серце. Ліпіди – структурні компоненти не тільки клітинних мембран, а й різних субклітинних органел. Вміст їх у клітинах коливається від 20 до 60 % у перерахунку на суху масу.

За хімічною будовою ліпіди поділяють на 6 груп: 1) нейтральні жири (власне жири, або тріацилгліцероли); 2) фосфоліпіди; 3) сфінголіпіди; 4) гліколіпіди; 5) стероїди; 6) воски.

Харчові і біологічні властивості харчових жирів визначаються вмістом у них жирних кислот, фосфоліпідів, стероїдів та жиророзчинних вітамінів.

Розрізняють рослинні і тваринні жири. Джерелом *тваринних жирів* є свиняче сало (90...92 % жирів), вершкове масло (72...82 %), жирна свинина (49 %), ковбаси (20...40 %), сметана (10...30 %), різні сири (15...50 %); *рослинних* – соняшникова олія (95,3 %), бобові, різні види горіхів (53...65 %) тощо. Тваринні і рослинні жири відрізняються за хімічним складом та фізичними властивостями. Тваринні жири – це тверді речовини, жири рослинного походження — здебільшого рідкі.

Жирні кислоти. Основними компонентами жирів є вищі жирні кислоти. З природних джерел виділено понад 200 жирних кислот, котрі розрізняються числом атомів вуглецю в ланцюжку, ступенем ненасиченості, характером розташування подвійних зв'язків у молекулі кислоти, наявністю гідрокси- та оксогруп.

До насичених жирних кислот належать пальмітинова, стеаринова, міристинова, капронова, каприлова, арахінова і лауринова. Вони містяться переважно (понад 50 %) в продуктах тваринного походження, а також у деяких оліях (кокосова, пальмова, пальмоядра).

До ненасичених жирних кислот належать олеїнова, лінолева, ліноленова, арахідонова та інші кислоти. Наявність у жирах значної кількості ненасичених жирних кислот надає їм рідкої консистенції. Крім того, наявність подвійних зв'язків і їхнє розташування визначає біологічну активність. Так, у лінолевої кислоти перший подвійний зв'язок перебуває у положенні 6 від метального кінця молекули. Тому арахідонова кислота – продукт перетворення лінолевої кислоти – матиме також перший подвійний зв'язок при 6-му атомі.

Поліненасичені жирні кислоти є незамінними чинниками харчування. Вони мають високу біологічну активність, беруть участь у синтезі таких високоактивних біологічних сполук, як фосфоліпіди та ліпопротеїди, впливаючи на склад клітинних мембран; в обміні холестеролу, перетворюючи його на легкорозчинні сполуки, які виводяться з організму, сприяючи значному зменшенню їх вмісту.

Жирові продукти, крім жирів, містять фосфоліпіди, стерини та інші жироподібні сполуки.

Фосфоліпіди – жироподібні сполуки, утворені залишками гліцеролу, жирних кислот, фосфорної кислоти та азотних сполук. Фосфоліпідів багато в організмі тварин і рослин.

На відміну від нейтральних жирів, вони містяться практично лише в клітинних мембранах і беруть участь у їх побудові. Значна кількість фосфоліпідів виявлена в тканинах серця та печінки тварин, яйцях птиці, а також у насінні рослин, наприклад, у бобах сої і в насінні соняшнику.

Сфінголіпіди – складні органічні сполуки, утворені із залишків вищих жирних кислот, фосфорної кислоти, холіну і сфінгозину.

Сфінголіпіди виявлені в мембранах рослинних і тваринних клітин. Особливо багато їх у нервовій тканині тварин, зокрема в мозку. Виявлено ці речовини також у складі ліпідів крові. Найпоширенішим сфінголіпідом є сфінгомієлін.

Стероїди – складні органічні речовини, які складаються зі стеролів та вищих жирних кислот. Розрізняють зоо-, фіто- і мікостероли. Стероли є обов'язковими структурними елементами усіх клітин. Найбільш відомий із зоостеролів – холестерол. Він міститься в ліпідах нервової системи, зв'язаний із структурними компонентами мієлінової оболонки, а також у ліпідах яєць, у печінці, в надниркових залозах, еритроцитах, плазмі крові. Найважливішою функцією холестеролу в організмі є перетворення його на гормон прогестерон як основу синтезу статевих гормонів і кортикостероїдів.

У таблиці 3.9 наведено класифікацію харчових продуктів за вмістом жирів.

Таблиця 3.9. Вміст жирів у харчових продуктах (г/100 г)

Харчові продукти	Вміст жирів, г/100г
Масло (вершкове, топлене), олії рослинні, маргарин, жири кулінарні, шпиг свинячий, ковбаси копчені	понад 80 г
Сметана 20 %-ної жирності, твердий сир, свинина, гусятина, качатина, ковбаси напівкопчені і варені, шоколад, тістечка, халва	20 – 40 г
Сир жирний, морозиво вершкове, яйця, баранина, телятина і курятина I категорії, сардельки, оселедці жирні, ікра зерниста	10 – 19 г
Молоко, кефір жирний, морозиво молочне, баранина, телятина і курятина II категорії, скумбрія, горбуша, здоба, цукерки помадні	3 – 9 г
Сир та кефір знежирені, судак, тріска, хек, крупи, хліб	менше 2 г

Сучасна нутриціологія встановила, що 25...30 % енергетичних витрат організму має покриватись за рахунок енергії жирів харчового раціону. Раціональним є споживання в день близько 90 г жирів, з них 30 г рослинних олій. Загалом при нормуванні жирів у харчовому раціоні треба враховувати не лише енергетичні потреби організму, а й різноманітні властивості жирів та їхню участь у метаболічних процесах.

Країни Європейського Союзу відійшли від нормування жирів у харчовому раціоні, визнавши необхідність нормування найбільш біологічно цінних жирних кислот сімейств омега-3 та омега-6. Згідно з рекомендаціями для населення країн ЄС, вміст у раціоні жирних кислот сімейства омега-6 має складати 2 % від енергетичної цінності раціону, жирних кислот сімейства омега-3 – 0,5 %.

3.1.5. Біологічні властивості вуглеводів

Вуглеводи – це альдегіди та кетони багатоатомних спиртів і полімери цих сполук. Більшість вуглеводів складається з трьох хімічних елементів: вуглецю, водню та кисню. Крім цих елементів, до складу деяких вуглеводів входять також азот, сірка і фосфор.

Вуглеводи є невід'ємною складовою частиною всіх клітин і тканин живих організмів. Дуже багато їх у рослинах. У зелених рослинах вони утворюються з вуглекислого газу та води. Внаслідок процесу фотосинтезу вміст вуглеводів у рослинах може досягати 80...90 % їхньої сухої маси. На відміну від рослин, в організмах тварин вуглеводів міститься лише близько 2 % маси тіла. Засвоюваність вуглеводів організмом коливається від 85 до 95 %.

Вуглеводи відіграють важливу роль у харчуванні людини як основне енергетичне джерело раціону харчування. Енергетичний еквівалент вуглеводів такий самий, як і білків, – при окисленні в організмі 1 г вуглеводів виділяється 4 ккал (17 кДж) теплової енергії.

Обмін вуглеводів тісно пов'язаний з обміном жирів та білків. Так, повне окислення жирів до кінцевих продуктів обміну (вуглекислого газу та води) залежить від органічних кислот, які утворюються при окисленні вуглеводів. Вуглеводи економлять використання жирів як джерел енергії. За відсутності вуглеводів в організмі відбувається посилене розщеплення жирів, внаслідок чого утворюється оксималяна кислота та кетонів тіла, які переносяться в печінку, де розпадаються до вуглекислого газу і води з виділенням тепла.

В організмі людини вуглеводи виконують такі важливі функції: енергетичну, пластичну, опірну та регуляторну

Дисахариди. Найважливіше значення в харчуванні людини мають сахароза, мальтоза і лактоза. Сахароза (буряковий цукор) у вигляді цукру найбільшою мірою використовується в харчуванні. Природним джерелом сахарози є цукрові буряки (14...18 % сахарози), цукрова тростина (10...15 % сахарози), а також майже всі плоди та деякі овочі. Лактоза (молочний цукор) – найбільш поживний дисахарид для немовлят. Концентрація її в молочних продуктах досягає кількох грамів на 100 мг (4...6 %). Мальтоза (солодовий цукор) утворюється при гідролізі в травному каналі крохмалю, глікогену під дією ферменту амілази. Міститься у великій кількості в солоді та солодових екстрактах.

Полісахариди. Основна маса вуглеводів, яка зустрічається в природі, – полісахариди. При їх гідролізі утворюється велика кількість (до кількох десятків тисяч) моносахаридів. На відміну від моно- і олігосахаридів, полісахариди або нерозчинні у воді, або утворюють у ній в'язкі колоїдні розчини. Крім того, вони не мають солодкого смаку. Полісахариди поділяються на засвоювані (крохмаль, глікоген) і незасвоювані (целюлоза, геміцелюлоза).

Поліфруктозани – резервні полісахариди, характерні для багатьох рослин родини складноцвітих (замінують у них крохмаль). З фруктозанів найбільш вивчений **інулін**, який містять бульби топінамбура (земляної груші), жоржин, артишок (40...80 % сухої маси) та часник. Інулін є також у кореневищах дивосилу (оману високого), кульбаби, кок-сагізу та цикорію. Молекула інуліну побудована переважно із залишків фруктози.

Харчові волокна. До харчових волокон належать складні вуглеводи – целюлоза, геміцелюлоза, пектинові речовини, а також лігнін, який за своєю будовою не є вуглеводом. Крім цих полісахаридів, до харчових волокон належать смоли та слизисті речовини. Найважливішим їх джерелом є зернові та бобові культури, гриби, овочі, фрукти.

Целюлоза – найпоширеніший полісахарид рослинного походження. На її частку припадає понад 50 % усього органічного вуглецю біосфери. Мікрофібрили целюлози разом з геміцелюлозою, лігніном та пектиновими речовинами утворюють стінку рослинних клітин.

Геміцелюлоза – полісахарид клітинних оболонок. Ця назва об'єднує велику групу полісахаридів, які не розчиняються у воді, але розчиняються в

лужних розчинах. Геміцелюлоза є основним компонентом оболонки клітин, який цементує целюлозні волокна. Вона в значній кількості міститься в здерев'янілих частинах рослин (деревині, соломі, шкаралупі горіхів, оболонках насіння, висівках, кукурудзяних качанах).

Геміцелюлоза гідролізується кислотами. При цьому утворюються маноза, арабіноза, ксилоза, інколи – глюкоза.

Пектинові речовини – це складні колоїдні структурні полісахариди, які складаються з полімерів галактуронової кислоти з пентозними і гексозними відгалуженнями. В рослинах вони містяться у вигляді нерозчинного протопектину в міжклітинній речовині і матриксі клітинної стінки, а також у вигляді розчинного пектину в соку овочів і плодів. Нерозчинний протопектин переходить у розчинний пектин при дозріванні плодів під дією розчинів кислот або ферменту протопектинази. Останнім часом посилюється інтерес до пектинових речовин як засобів профілактичної та лікувальної дії.

Лігнін – загальна назва неуглеводних речовин клітинних оболонок, які складаються з полімерів ароматичних спиртів. Вони надають структурної міцності оболонкам рослинних клітин і здатні зменшувати ступінь перетравлюваності вуглеводів клітинних оболонок.

Комбінуючи рослинні харчові інгредієнти з м'ясною, молочною та іншою харчовою сировиною, можна створити різноманітні продовольчі товари поліфункціональної дії із заздалегідь **визначеними оздоровчими властивостями та ефектами**.

У таблиці 3.10 наведено класифікацію основних харчових продуктів за вмістом вуглеводів.

Таблиця 3.10. Вміст вуглеводів у харчових продуктах (г / 100 г)

Харчові продукти	Вміст вуглеводів
Цукор, цукерки, мед, мармелад, печиво здобне, крупи, макарони, варення, фініки, родзинки	понад 65 г
Хліб, квасоля, горох, вівсяна крупа, шоколад, халва, тістечка, чорнослив, курага	40 – 60 г
Сирки солодкі, морозиво, картопля, зелений горошок, буряк, виноград, вишня, інжир, банани, черешня	11 – 20 г
Морква, гарбуз, диня, кавун, груші, яблука, персики, слива, апельсини, мандарини, полуниця, смородина, чорниця	5 – 10 г
Молоко, кефір, сметана, сир, огірки, капуста, кабачки, редис, салат, томати, лимони, журавлина, гриби свіжі	2 – 5 г

Вуглеводи надходять в організм у складі харчових продуктів рослинного і тваринного походження. На вуглеводи припадає близько 2/3 маси їжі, а за калорійністю – близько 55 %. Дорослим людям необхідно людям споживати 400...500 г вуглеводів, а спортсменам – 600...700 г.

3.2. Біологічна активність мікронутраєнтів

3.2.1. Вітаміни в житті людини та їх здоровчі властивості

Надзвичайно важливим класом незамінних нутрієнтів є вітаміни. Вони не мають енергетичної цінності, однак без вітамінів організм функціонувати не може. Накопичений на сьогодні матеріал дозволяє охарактеризувати вітаміни як групу низькомолекулярних органічних сполук різноманітної хімічної природи, необхідних у незначних кількостях для нормальної життєдіяльності організму. Це каталізатори та біорегулятори усіх процесів, які відбуваються в живому організмі.

Оскільки організм не може задовольнити свої потреби у вітамінах за рахунок біосинтезу (він або не синтезує деякі вітаміни, або синтезує їх у недостатніх кількостях), то вони повинні надходити у достатніх кількостях з їжею.

Відсутність або недостатність вітамінів в організмі викликає серйозні захворювання, **авітамінози** та **гіповітамінози**, що можуть навіть призвести до смерті. Разом з тим, при прийомі вітамінів у кількостях, що значно перевищують фізіологічні норми, можуть розвиватися **гіпервітамінози**. Це особливо характерно для жиророзчинних вітамінів.

Вітаміни діляться на водорозчинні та жиророзчинні. **Водорозчинними** є вітамін С, вітаміни групи В, біофлавоноїди. **Жиророзчинні вітаміни** - А, Е, D, К, β -каротин.

Вітаміни входять до складу всіх клітин людського організму. Вони посилюють стійкість його проти інфекцій, перешкоджають надмірному відкладанню холестерину на стінках кровоносних судин, відіграють істотну роль у підтриманні нормального складу крові й запобігають старінню організму.

Якщо в організмі недостатньо вітамінів, порушується активність ферментів, розладнується обмін речовин. Вітаміни беруть участь у метаболізмі амінокислот, жирних кислот, медіаторів, гормонів, фосфорних сполук, в обміні мікроелементів.

Вітаміни сприяють ліквідації патологічних процесів, загоєнню ран, опіків, зростанню переломів кісток, засвоєнню харчових продуктів; вони регулюють біохімічні процеси в організмі. Обмін вітамінів відбувається в травному каналі, де вони не тільки всмоктуються, а й утворюються: кишкова мікрофлора здатна продукувати деякі вітаміни, які засвоюються організмом. Вітаміни призначають для лікування і профілактики гіпо- та авітамінозів, що можуть виникати при порушенні харчування, захворюваннях травної та інших систем.

Потреба у вітамінах зростає під час вагітності, фізичних і психічних захворюваннях, порушенні обміну речовин, при гіперфункції щитовидної залози та порушенні функції надниркових залоз, а також при багатьох хронічних захворюваннях. Згасання функцій людського організму супроводжується розвитком хронічного полігіповітамінозу, тому **для**

профілактики і лікування передчасного старіння застосовуються комплексні полівітамінні препарати.

Надмірна кількість вітамінів, так званий гіпервітаміноз, також шкідлива для організму. Тому краще користуватися природними вітамінами. При цьому немає небезпеки щодо передозування. **Комплекси вітамінів, що містяться в рослинних і тваринних продуктах, мають значні переваги перед синтетичними вітамінами, оскільки вони перебувають тут у гармонійному поєднанні.** Водночас виявлено побічні дії деяких вітамінів, наприклад чистої аскорбінової кислоти, хоча настій плодів шипшини (багатий на цей вітамін), що має такий самий, а можливо, й кращий лікувальний ефект, побічної дії не має.

Серед харчових продуктів одне з перших місць за вмістом вітамінів займають рослини, в клітинах яких відбувається синтез вітамінів. Організм людини потребує надходження ззовні близько 20 вітамінів, усі інші синтезуються у внутрішніх органах.

Вітамін А (ретинол), відкритий у 1920 році, відіграє важливу роль у здоров'ї шкіри, зору та імунітету. Його нестача призводить до сухості й лущення шкіри, а також погіршення гостроти зору. Вітамін сприяє роботі щитовидної залози та збільшує кількість білих кров'яних тілець.

Існує дві форми вітаміну А: ретинол (міститься в продуктах тваринного походження – риб'ячому жирі, печінці, яйцях, маслі) та провітамін А (β-каротин), що є у моркві, шпинаті, абрикосах, капусті та лікарських травах. Каротин руйнується під дією світла, тепла та кислого середовища. Вітамін А забезпечує нормальне функціонування епітелію шкіри, дихальних шляхів, органів травлення та зору.

Вітаміни групи В (понад 15 видів) відіграють важливу роль в обміні речовин, потребують постійного поповнення і працюють у взаємодії. Їхня нестача може спричиняти різноманітні хвороби. Особливо важливими є В1, В2, В3 та інші.

Вітамін В1 (тіамін) – «вітамін оптимізму», необхідний для обміну речовин і роботи нервової системи. Його нестача викликає поліневрит, порушення обміну речовин, може виникати через хронічні захворювання. Міститься в зернових, бобових, помідорах, капусті. Добова потреба – 1 мг.

Вітамін В2 (рибофлавін) – «двигун життя», забезпечує нормальний обмін речовин і функціонування нервової системи. Дефіцит спричиняє проблеми зі шкірою, очима, затримку росту. Є в дріжджах, житньому хлібі, бобових, овочах, чайному грибі. Добова потреба – 2 мг.

Вітамін В3 (пантотенова кислота) – необхідний для обміну жирів, утворення ацетилхоліну, кортикостероїдів. Його нестача викликає порушення сну, ураження шкіри, біль у м'язах. Міститься у дріжджах, овочах, зернових. Добова потреба – 2 мг.

Вітамін В6 (піридоксин) важливий для білкового та жирового обміну, транспорту амінокислот і кровотворення. Його нестача викликає ураження шкіри, стоматит, набряки, анемію. В6 міститься в дріжджах, пророслих

зернах, бобових, м'ясі й частково синтезується в кишечнику. Добре розчиняється у воді, стійкий до температури, але руйнується на світлі. Добова потреба – 1,5 мг.

Вітамін В12 (ціанокобаламін) – ключовий для нервової системи, кровотворення, обміну білків і жирів. Він містить кобальт і є терmostійким, але чутливим до окисників і важких металів. Дефіцит може призводити до важких нервових розладів, зокрема розсіяного склерозу. В12 майже не міститься в рослинній їжі, тому у вегетаріанців часто спостерігається його нестача. Джерела: водорості, гриби, бактерії, синтезується мікрофлорою кишечника, але в недостатній кількості. Добова потреба – 3 мкг.

Вітамін В15 (пангамова кислота) важливий для обміну речовин, зокрема ліпідів, і підвищує стійкість організму до кисневого голодування. Він захищає печінку від токсинів, стимулює її роботу та покращує самопочуття. Використовується при атеросклерозі, гепатитах, отруєннях алкоголем.

Вітамін РР (ніацин, ніотинова кислота) бере участь в окисно-відновних процесах, регулює нервову систему та знижує рівень холестерину. Дефіцит може викликати серйозні розлади, зокрема пелагру. Міститься в дріжджах, пшениці, гречці, грибах, овочах. Допомагає при хворобах печінки та шлунково-кишкового тракту.

Вітамін В9 (фолієва кислота) необхідний для кровотворення, утворення еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів. Важливий для роботи печінки та нервової системи, бере участь у синтезі «гормонів щастя» – серотоніну й норадреналіну. Дефіцит може спричинити анемію, нервові розлади. Міститься у шпинаті, капусті, моркві, салаті, синтезується кишковою мікрофлорою.

Вітамін С (аскорбінова кислота) є потужним антиоксидантом, що сприяє імунному захисту, загоєнню ран та підтримці здоров'я кровоносних судин. Він також необхідний для вироблення колагену, що підтримує здоров'я шкіри, ясен та зубів. Вітамін С активно бореться з вільними радикалами, підвищує опірність організму до інфекцій та вірусів і сприяє зменшенню запальних процесів.

Оскільки організм не може накопичувати вітамін С, його постійне надходження з їжею є важливим. Особливо багато аскорбінової кислоти міститься в цитрусових, шипшині, смородині, зеленому горосі, капусті та інших овочах і фруктах. При цьому для збереження його біологічної активності важливо уникати високих температур і окислювальних процесів. Недостатність вітаміну С може призвести до ослаблення імунітету та порушень у сполучних тканинах.

Вітамін D (кальциферол) необхідний для нормалізації метаболізму кальцію та фосфору, а також для здоров'я кісток. Він сприяє їх засвоєнню, що важливо для запобігання рахіту та остеомаліції. Вітамін D утворюється в організмі під впливом ультрафіолетових променів і може бути отриманий з продуктів, що містять його провітаміни, як-от ергостерин та

холекальциферол. Недостача вітаміну D може призвести до порушень росту та розвитку кісток, тому його необхідно отримувати в достатній кількості через продукти або добавки. Добова потреба становить 10 мкг (400 МО).

Вітамін E (токоферолу ацетат) — це антиоксидант, що допомагає захищати клітини від окислювального стресу та підтримує здоров'я шкіри, судин та статевих клітин. Він бере участь в обміні речовин і запобігає окисненню жирних кислот, вітаміну C та β -каротину. Вітамін E підтримує репродуктивну функцію, запобігає дегенеративним змінам у внутрішніх органах та м'язах. Продукти, багаті на вітамін E, включають рослинні олії, зелень та яєчний жовток. Недостатність може призвести до порушень функції статевих органів і нервової системи. Добова потреба становить 1-2 г.

Вітамін K (філохінон) поширений у природі, міститься в багатьох харчових продуктах: моркві, шпинаті, кропиві, люцерні, бобових. Відіграє важливу роль у процесі зсідання крові, підвищує щільність капілярів і сприяє припиненню кровотечі. Оскільки вітамін K міститься в продуктах рослинного походження, недуги, пов'язані з його нестачею, виникають лише при тяжких хворобах жовчного міхура та в інших випадках, коли жовч не надходить у кишечник. Тоді порушується засвоєння жирів і вітаміну K, що в них розчиняється. Вітамін K застосовують при легневих та шлунково-кишкових кровотечах, геморагічних діатезах новонароджених, у хірургії та стоматологічній практиці.

Різновид вітаміну K – вітамін K₂, що утворюється в зелених рослинах на світлі, – також дуже поширений у природі. Особливо багато його в кукурудзяних приймочках, салаті, білокачанній та цвітній капусті, моркві (зелені), помідорах, ягодах горобини звичайної, водяному перці, грициках звичайних, деревію звичайному. При сильній кровотечі, виразці шлунка та променевій хворобі застосовують аптечний препарат вітаміну K – вікасол.

Вітамін P (біофлавоноїди) міститься в плодах шипшини, горобині звичайній, винограді, смородині, апельсинах, горосі, капусті, волоських горіхах. Ця група вітамінів зменшує окислення аскорбінової кислоти й адреналіну, гальмує активність гіалуронідази, завдяки чому нормалізує проникність стінок судин. Нестача його в організмі викликає підвищену проникність та ламкість невеликих кровоносних судин, що призводить до крововиливів і кровотечі. При цьому з'являються підшкірні геморагії, біль у ногах, загальна слабкість.

Терапевтична ефективність вітаміну P при підвищеній ламкості кровоносних судин вища, ніж аскорбінової кислоти. Його застосовують при гіпо- й авітамінозах, геморагічних діатезах, капіляротоксикозах, що виникають при використанні антикоагулянтів і саліцилатів, променевих ураженнях, гломерулонефритах.

Чіткої добової потреби у біофлавоноїдах досі не встановлено. Рекомендована доза вживання складає від 50 до 500 мг.

Вітамін U виявлено в листках капусти і зелених овочах. Він сприяє загоєнню виразки шлунка та дванадцятипалої кишки, успішно застосовується

при запальних процесах у шлунку і кишках. Вживання 1 л капустиного соку на добу протягом 4...5 днів зменшує біль у хворих на виразкову хворобу шлунка. Цей сік рекомендують при гастриті та коліті – по 200...250 мл 3...4 рази на день перед їжею протягом місяця.

Вітамін Н (біотин) бере участь у перетворенні амінокислот і розкладі проміжних продуктів обміну вуглеводів (щавлевої, оцтової, бурштинової кислот). При нестачі біотину випадає волосся, ушкоджуються нігті та шкіра. Біотин міститься в пшениці, картоплі, тваринних продуктах.

Біотин добре розчиняється у воді та алкоголі, він досить стійкий до дії високих температур.

Вітамін F включає моно- та поліненасичені жирні кислоти (олеїнову, лінолеву, ліноленову, арахідонову, ейкозопентаєнову, докозагексаєнову), що входять до складу рослинних олій. Поліненасичені жирні кислоти на сьогодні вважаються необхідною складовою щоденного раціону харчування, оскільки вони справляють на організм загальнозміцнювальну дію, мають антиоксидантні властивості, позитивно впливають на роботу серцево-судинної системи, запобігаючи багатьом «хворобам цивілізації», в тому числі атеросклерозу.

Використання вітамінів для збагачення харчових середовищ дасть можливість отримати широкий спектр продуктів, призначених для ліквідації полівітамінного дефіциту у раціонах населення України.

3.2.2. Мінеральні елементи: біологічна роль та особливості використання у харчових технологіях

Основним джерелом поживних речовин, з яких будується організм людини, є рослинні продукти. Тому, незважаючи на багатоманітність природних умов, рослинні матеріали та організм людини в цілком мають подібний елементарний хімічний склад (г %).

Таблиця 3.11. Хімічний склад організму людини та рослини

Показники	С	О	Н	N	Інші елементи
Рослини	11,3	76,7	9,4	0,88	1,62
Людина	29,2	63,4	9,9	3,06	3,41

Суша речовина організму людини і рослинних матеріалів на 96...98 % за масою складається з вуглецю, водню, кисню та азоту. У тілі людини більше міститься вуглецю та азоту, а в тканинах рослин – кисню.

Вуглець, водень, кисень та азот входять, головним чином, до складу органічних сполук – білків, жирів, вуглеводів, їх умовно називають органогени, або органічні елементи.

Під дією високою температури або суміші концентрованих кислот органічні сполуки рослинних матеріалів і тканин організму згорають з виділенням вуглекислого газу, води та аміаку, а неорганічна частина залишається у вигляді осаду – 30 мл.

Елементи, виявлені в осаді, очищеному від домішок, відносять до мінеральних (неорганічних, зольних). На сьогоднішній день в золі органів і тканих вищих істот ідентифіковано понад 60 мінеральних елементів (макрота мікроелементів), до того ж 45 із них визначено кількісно і вони є постійними складовими частинами організму.

Слід зазначити, що чіткої межі між органічними та мінеральними елементами провести неможливо, поділ цей умовний. Обмін сполук в організмі спільний, і мінеральний обмін є однією із ланок цього загального ланцюжка. Прикладом може служити метаболізм фосфору – елементу, котрий зв'язує в організмі воєдино процеси білкового, вуглеводного, ліпідного, мінерального та енергетичного обмінів. Значним чином це стосується також сірки, магнію, заліза, цинку та інших елементів.

Організм наділений високим ступенем регулювання гомеостазу мінеральних сполук. Не дивлячись на широкі коливання вмісту макро- та мікроелементів у харчових продуктах, мінеральний склад тканин залишається досить постійним.

За останні роки у багатьох країнах світу з інтенсивно розвинутою індустрією здорового харчування проводиться велика робота з перегляду та уточнення норм мінерального харчування, пошуку нових ефективних джерел мінеральних добавок, вдосконалення технологій їх отримання та споживання.

Поряд із цим ведуться глибокі біохімічні та фізіологічні дослідження, що мають за мету з'ясувати загальні закономірності обміну макро- та мікроелементів залежно від віку, фізіологічного стану та інших показників живого організму.

Кінцевою практичною метою цих досліджень є фізіологічне обґрунтування потреб людини в мінеральних елементах, розроблення простих і доступних критеріїв повноцінності мінеральної складової харчових продуктів і способів запобігання мікроелементозам – хворобам, пов'язаним із нестачею або надлишком певних мінеральних елементів.

Найпростішу і найзручнішу класифікацію мінеральних елементів за їхньою концентрацією в організмі людини запропонували В. Георгієвський зі співробітниками (1979):

- макроелементи (від 9до 0,09 % за масою тіла) Ca, Mg, P, K, Na, S, Cl;
- мікроелементи (від 0,009 до 0,00009 % до маси тіла) Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu, Br, Si, J, Mn, Al;
- ультрамікроелементи (від 0,000009 до 0,000001 %) Se, Co, Cr, Ni, Li, Ba, Ag, V.

Існують різні класифікації МЕ (мінеральних елементів). Для медиків, фізіологів, фахівців у галузі оздоровчого харчування найбільш обґрунтованою є сучасна класифікація МЕ, що ґрунтується на їхній біологічній ролі в живому організмі.

Згідно з цією класифікацією МЕ, які виявлено в живому організмі, ділять на 3 групи:

- життєво необхідні (біогенні, біотичні);
- умовно необхідні;
- маловивчені.

Для збагачення харчових продуктів МЕ ми повинні орієнтуватись на першу групу.

До 1-ої групи МЕ входять макроелементи, мікроелементи та деякі ультрамікроелементи.

7	{	Макроелементи Ca, Mg, P, K, Na, S, Cl	6	{	Мікроелементи Fe, Zn, <u>Mn</u> , Mo, Cu, I	<u>Ультрамікро-</u> <u>елементи</u> Se, Co
---	---	--	---	---	--	--

Тобто, на сьогодні 15 МЕ віднесено до життєво необхідних. Безумовно, ця група буде розширюватись за рахунок подальшого вивчення ролі тих чи інших МЕ у функціональній діяльності людини (наприклад, було вивчено селен; зараз вивчається роль фтору, хрому, кремнію).

Елементи, які віднесені до групи біотичних, відповідають таким вимогам:

1. Вони постійно присутні в живому організмі і саме стабільність хімічного складу організму є однією із основних умов здоров'я людини.
2. Раціон, що не містить цих елементів, призводить до біохімічних реакцій і викликає ряд серйозних захворювань.
3. Всі негативні симптоми в організмі можна подолати шляхом введення певного МЕ у складі харчових продуктів: наприклад, збагачення хліба залізом для запобігання залізодефіцитній анемії.

Усім цим вимогам повною мірою відповідають всі 15 біогенних МЕ. Сюди, наприклад, не входить фтор, хоча відомо, що він є профілактичним засобом проти карієсу, однак досі не доведено, як впливає дефіцит фтору на організм людини.

Отже, можна дати таке визначення.

Елемент вважається життєво необхідним (есенціальним), якщо за його відсутності або недостатнього надходження в організм людина перестає рости і розвиватися, не може здійснювати свій біологічний цикл і не здатний до репродукції, тобто до відтворення потомства.

Тільки введення дефіцитних МЕ у складі харчових продуктів, води або дієтичних добавок дає можливість повернути живому організму здоров'я та життєдіяльність.

МЕ при введенні в організм у складі харчових продуктів або дієтичних добавок накопичуються досить повільно. Тому профілактика мікроелементозів таким способом абсолютно безпечна, хоча і досягається тривалий час. А в разі виявлення певних захворювань необхідно вживати відповідні препарати МЕ, які дають швидкий ефект, а потім знову переходити на профілактику хвороб шляхом вживання харчових продуктів з підвищеним вмістом МЕ.

Наприклад, при захворюваннях серцевого м'яза потрібно приймати препарати з калієм, а після досягнення необхідного ефекту доцільно перейти на харчування, що містить курагу, ізюм, картоплю в шкоринці, банани. Найбільше калію у чорносливі.

Ефективність позитивного впливу МЕ залежить безпосередньо від науково обґрунтованого їх введення до складу харчових продуктів.

Згадаємо основні положення:

1. Дотримання оптимальної концентрації МЕ, для визначення якої необхідно виходити з добової потреби в цьому елементі; потім взяти від 10 до 50 % цієї потреби, одночасно враховувати ступінь засвоєння даного МЕ.

Наприклад: ми збагачуємо хліб йодом. Добова потреба в цьому елементі – 100...200 мкг. Беремо для розрахунку 150 мкг. 50 % добової потреби – це 75 мкг. Та оскільки засвоюваність йоду складає до 50 %, ми для збагачення беремо 150 мкг йоду на кожні 300 г хліба (денна норма).

Збільшення концентрації йоду може викликати токсичний ефект. Поріг токсичності йоду – 5 мг/добу.

2. Найбільш засвоюваною формою МЕ є їхня органічна форма. Тому в харчових продуктах для збагачення слід вводити МЕ спільно з органічними сполуками, які сприяють засвоєнню МЕ. Це передусім: вітамін С, лимонна, молочна, піровиноградна, бурштинова кислоти; лактоза, фруктоза, глюкоза, гістидин, лізин, цистеїн, валін, метіонін.

Стосовно селену існує ряд відомостей, що у присутності вуглеводів (глюкоза, фруктоза) його активність майже нейтралізується, тому збагачення селеном вуглеводовмісних харчових продуктів недоцільно.

3. Третє положення полягає в тому, що ефективність комбінації МЕ буде залежати від виду їхньої взаємодії. Зрозуміло, що до такої комбінації мають входити лише елементи синергічної дії.

На основі сучасних уявлень **синергістами** вважають елементи, котрі взаємно сприяють засвоєнню один одного в шлунково-кишковому тракті (ШКТ) і спільно здійснюють певні біохімічні функції на тканинному і клітинному рівнях.

Антагоністами вважають елементи, котрі гальмують всмоктування один одного в ШКТ і здійснюють протилежний вплив на певні біохімічні функції.

З практичної точки зору, знання цих двох видів взаємодій дає можливість технологам-харчовикам уникнути небажаних комбінацій МЕ та інших БАР і запобігти виникненню чи поглибленню їхнього дефіциту в організмі людини.

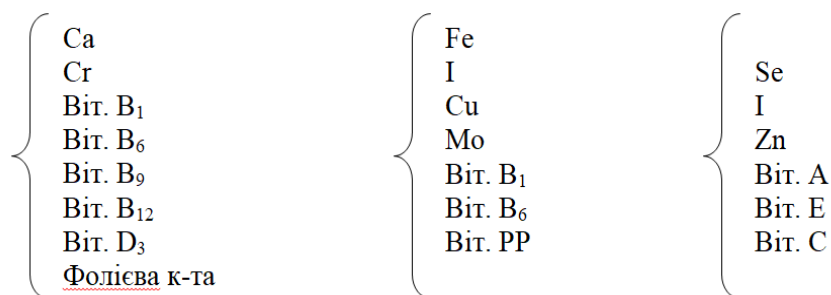
На відміну від синергізму, котрий часто буває взаємним, антагонізм може бути або взаємним, або одностороннім. Так, фосфор і магній, цинк та мідь взаємно гальмують абсорбцію один одного в кишечнику, а кальцій інгібує абсорбцію цинку та марганцю (а не навпаки).

Антагоністичні взаємозв'язки також передбачають декілька можливих механізмів. Зокрема, ефект інгібування абсорбції одних елементів іншими у

ШКТ може зумовлюватись або простою хімічною взаємодією елементів (наприклад, утворення фосфату магнію при надлишку останнього у раціоні), або абсорбцією на поверхні колоїдних часток (фіксація марганцю та заліза на поверхні часточок нерозчинних солей магнію або алюмінію).

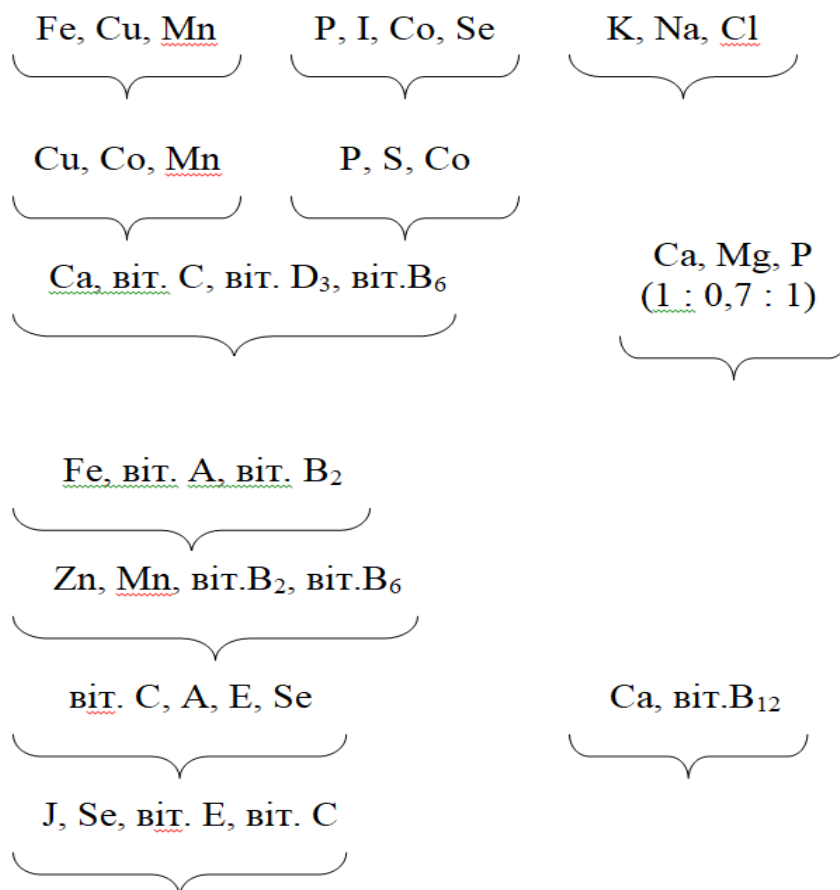
Явища синергізму та антагонізму МЕ в літературі описано епізодично, тому доцільно розглянути види взаємодій, відомі на сьогодні, детальніше.

Отож, при збагаченні харчових середовищ мінеральними елементами та іншими БАР, наприклад вітамінами, рекомендовано використовувати такі комбінації:



Це досить великі композиції і звичайно можна брати будь-яку частину кожної із них для збагачення харчових середовищ, хоча при цьому слід пам'ятати, що найбільш ефективним є поєднання в одній композиції вітамінів і мінеральних елементів.

Серед простіших комбінацій біологічно активних речовин варто звернути увагу на такі:




Стосовно останньої композиції слід пам'ятати, що дефіцит йоду в організмі людини може бути пов'язаний із широким використанням у раціоні харчування так званих **зобогених** продуктів – сої, гороху, арахісу, капусти. Їхні інгредієнти інгібують (перешкоджають) зв'язування вільного йоду у щитовидній залозі, викликаючи вторинний йодний дефіцит. Тому при розробленні нових харчових продуктів на основі цих культур потрібно обов'язково збагачувати їх йодовмісними добавками.

Тепер розглянемо ті композиції БАР, які не рекомендовано використовувати для збагачення харчових середовищ, оскільки це БАР-**антагоністи**, і як у складі продуктів, так і на рівні ШКТ гальмують всмоктування один одного, викликаючи дефіцит тих чи інших МЕ.


Уже зазначали, що **антагоністичних** взаємодій між БАР значно більше, ніж **синергічних**. Тому таким комбінаціям необхідно приділити особливу увагу.

На сьогодні встановлено антагоністичні зв'язки між такими БАР:

Fe, Ca, Mg, Zn, Cr

 - у цій композиції всі МЕ перешкоджають засвоєнню заліза.

Mg, Mn, P, Zn

 - у цій композиції всі МЕ перешкоджають засвоєнню марганцю.

Zn, Ca, Cu, Cr, Na, Mo, Fe, K, P, віт. B₆, фолієва кислота


 - у цій композиції всі зазначені БАР перешкоджають засвоєнню цинку.

Тобто, при збагаченні харчових середовищ цинком його не слід комбінувати із жодною із наведених БАР: засвоєнню цинку сприяють марганець, вітаміни B₂ та B₆.

Таким чином, для кожного із життєво необхідних мінеральних елементів можна знайти БАР-**синергісти**.

До антагоністичних відносяться також композиції:

віт. B₁₂, віт. A, C, E, Fe, Cu

 Відомо також, що вітамін B₁ не варто комбінувати з вітаміном B₂, оскільки вони взаємно окислюють один одного; вітамін B₉ не засвоюється у присутності цинку; вітамін K перешкоджає засвоєнню вітаміну A.

Зазначені взаємодії ще раз переконливо свідчать про те, наскільки ґрунтовними мають бути значення різнобічних властивостей БАР, і наскільки

важливим є наукове обґрунтування збагачення харчових середовищ БАР з точки зору отримання продуктів з вираженими профілактичними, оздоровчими і, за потребою, лікувальними властивостями, і які були б абсолютно безпечними для організму людини.

На жаль, до сьогодні фармакологічна промисловість випускає вітамінні та вітамінно-мінеральні комплекси без урахування виду їхніх взаємодій, тобто в цих препаратах поєднуються БАР, деякі з яких відзначаються антагоністичними властивостями.

До недавнього часу ультрамікроелемент **хром** відносили до групи **ймовірно необхідних елементів** (за класифікацією, що ґрунтується на їхній біологічній ролі), оскільки не було достатньої кількості наукових даних, які свідчили б про його життєву необхідність: по-перше, раціон харчування, що не містить цього елемента, викликає в живому організмі характерні симптоми недостатності і певні біохімічні зміни в тканинах. А, по-друге, цим симптомам можна запобігти або повністю лікувати шляхом добавок хрому до раціону харчування.

Останні наукові дані свідчать, що хром разом із інсуліном бере участь у метаболізмі цукру. І це є важливою характеристикою. Намагаючись з'ясувати причини старіння, вчені зосередились на процесі **глюкозилювання**. Це різновид ушкодження та загибелі клітин під впливом високого вмісту цукру у крові, який визначено одним із основних чинників старіння.

І саме хром здатний найкраще регулювати вміст цукру в крові. Більш того, з'ясовано ще один важливий механізм. Коли кровопостачання будь-якого органа зменшується, тканини в цій ділянці зазнають кисневого голодування та дефіциту необхідних поживних речовин. І хром є однією із найважливіших біологічно активних речовин, які сприяють нормальному функціонуванню артерій та капілярів.

Досі не встановлено офіційних норм добової потреби в хромі, проте існує пробна, визначена експериментальним шляхом доза, яка складає для дорослої людини 50...200 мкг.

При регулярному вживанні цей ультрамікроелемент справляє значну оздоровчу дію на цілий спектр порушень в організмі, особливо ті, які викликають або ускладнюють його резистентність до інсуліну.

Понад 90 % населення України відчувають дефіцит хрому і потрапляють у групу ризику щодо розвитку атеросклерозу та цукрового діабету. Разом з тим, організм людини здатний регулювати накопичення мінеральних елементів, у тому числі хрому. І коли в організмі не вистачає хрому, людина відчуває сильний потяг до солодкого. Однак, чим більше в організм потрапляє солодощів, тим більшою мірою виснажуються запаси хрому. Коло замикається, і не дивно, що проблеми резистентності до інсуліну та дефіциту хрому набули такого розповсюдження. За деякими даними середньостатистичний українець споживає щорічно близько 68 кг цукру, що більш ніж удвічі перевищує фізіологічну потребу – 26...27 кг.

До кращих натуральних джерел хрому відносять гриби, курятину, телячу печінку, пивні дріжджі, пшеничні зародки, цільнозернові продукти, проте за умови, що їх вирощено на ґрунтах, багатих на хром, або тварин годували багатими на хром кормами.

Істотне джерело надходження хрому – харчові біодобавки, вітамінно-мінеральні комплекси. Як і інші мінеральні елементи, неорганічні форми хрому досить погано засвоюються організмом людини: наприклад, хлорид хрому засвоюється всього на 0,5...2,0 %.

Цинк. На відміну від хрому, цинк ще в середині ХХ ст. віднесено до групи так званих життєво необхідних (біогенних, біотичних) елементів.

Різнобічні впливи цинку на живий організм свідчать про його дійсно життєву необхідність. Цинк спрямовує і контролює різноманітні процеси в організмі, підтримує роботу понад 200 ферментних систем та життєдіяльність клітин. Він необхідний для синтезу білку, бере участь в утворенні інсуліну, відіграє важливу роль для підтримання постійного складу крові та кислотно-лужного балансу в організмі. Сприяє посиленню вироблення чоловічого статевого гормону – тестостерону та сперматозоїдів. Тому цинк особливо корисний для чоловіків різного віку і не даремно вважається «металом мужності».

Останні наукові дослідження свідчать про значну роль цинку для нормальної роботи мозку та розумової активності. Є серйозні докази важливої участі цинку в процесі синтезу ДНК. Дослідження довели, що цинк нормалізує функціонування передміхурової залози, сприяє стабілізації цукру в крові, має антиоксидантні властивості, здійснює позитивний вплив на імунну систему організму, здатний пригнічувати розмноження риновірусів людини.

Добова потреба в цинку для дорослих складає 12...15 мг. Значна частина цинку втрачається при тепловому обробленні харчових продуктів або взагалі може міститись у них в мізерних кількостях, якщо сільськогосподарська сировина вирощена на ґрунтах, бідних на цинк.

Більшість населення отримує з їжею близько 30 % добової потреби цинку. Понад те, він швидко виводиться з організму під час стресу та під впливом різноманітних ксенобіотиків, що надходять із довкілля. Дефіцит цинку особливо поширений серед людей літнього віку.

Багатими природними джерелами цинку є яйця, м'ясо, печінка, морепродукти, пшеничні зародки, пивні дріжджі, гарбузове насіння, знову ж таки за умови, що ґрунти, на яких вони вирощені, містять достатню кількість цього мікроелемента.

Реальний шлях достатнього надходження цинку в організм – періодичний (2...3 курси на рік тривалістю 1 місяць) прийом харчових біодобавок цинку, особливо якщо він міститься в органічній формі.

Різні джерела свідчать про те, що засвоюваність цинку зростає при взаємній присутності марганцю, фосфору, аскорбінової кислоти та жиророзчинних вітамінів.

Розглянемо декілька практичних рекомендацій стосовно збагачення різних харчових середовищ мінеральними речовинами, передусім Fe, Ca та I, дефіцит яких найбільш розповсюджений і найбільш небезпечний.

1. Збагачення сполуками заліза.

З технологічної точки зору проблема досить складна. По-перше, залізо як елемент змінної валентності легко каталізує окислювальні процеси (зокрема, окислення аскорбінової кислоти) та процеси перекисного окислення, прискорюючи, наприклад, окислення жирів. Тому, очевидно, залізо недоцільно додавати до харчових середовищ з високим вмістом жирів.

Друга проблема – засвоюваність різних форм заліза. Відомо, що найкраще засвоюється так зване “гемове” залізо, тобто залізо, що входить до складу крові тварин та м’ясних продуктів. Однак така форма заліза негативно впливає на органолептичні показники готових виробів, і тому гемове залізо можна використовувати, наприклад, для збагачення житнього борошна, деяких соковмісних напоїв з м’якоттю, квасів.

Негемове залізо – це його різні органічні та неорганічні солі.

Раніше розглянуті нами відомості безумовно свідчать на користь органічних форм заліза. Тому досить перспективним є використання для збагачення харчових середовищ таких солей: **глюконат заліза, лактат заліза, гліцерофосфат заліза, цитрат заліза.**

На користь цих сполук свідчить і те, що вони досить добре розчиняються у воді, а це гарантує їх рівномірний розподіл по всій масі збагачуваного середовища.

До недоліків використання органічних форм заліза належить їхня порівняно висока вартість. Однак здоров’я дорожче...

У країнах Європи зараз широко розповсюджено використання неорганічних форм заліза – **сульфат заліза, ортофосфат заліза, пірофосфат заліза.** Більшість європейських компаній використовують фосфати заліза для збагачення продуктів для дитячого харчування на основі зернових та порошкоподібних шоколадних напоїв. На жаль, засвоюваність заліза із цих сполук складає лише 50 % від його засвоюваності із сульфатів, тому що сульфат заліза відноситься до водорозчинних сполук, а фосфати у воді нерозчинні.

За всіх сполук заліза найдешевшою є сульфат. Він засвоюється непогано, однак може знижувати органолептичні показники готових продуктів, а також їх гігієнічні характеристики (наприклад, перекисне число).

Тобто, кожна із розглянутих сполук має свої переваги і недоліки, і лише технологіві вирішувати, яку із них використати для збагачення тих чи інших харчових середовищ.

Ще одна складність, з якою доводиться зустрічатись при збагаченні харчових середовищ солями заліза, полягає в тому, що у багатьох видах рослинної сировини містяться сполуки, які перешкоджають його засвоєнню організмом людини. Їх називають **інгібіторами абсорбції заліза**, і до них

відносяться передусім **фітинові сполуки зерна, солі кальцію, деякі види білків сої та молока.**

Тобто, при збагаченні середовищ, що містять інгібітори заліза, для поліпшення його засвоюваності необхідно вносити також аскорбінову кислоту, яка знижує негативну дію практично усіх зазначених інгібіторів на всмоктування заліза.

Разом з тим, при цьому слід враховувати, що аскорбінова кислота нестійка і при тривалому зберіганні збагачених продуктів практично повністю руйнується.

Загалом, для успішного засвоєння живим організмом негемових форм необхідна аскорбінова кислота, а щоб включити залізо до складу гемоглобіну, потрібні вітаміни В₂, В₆, В₁₂ і фолієва кислота.

Отож, враховуючи особливості поведінки різних БАР, використовуючи синергізм їхньої дії, робимо висновок, що збагачення харчових середовищ залізом необхідно поєднувати з одночасним їх збагаченням **вітаміном С, вітамінами В₂, В₆, В₁₂ і фолієвою кислотою.** Покращенню засвоєння заліза сприяють також **мідь та марганець.**

Зазначену композицію можна підібрати самостійно або використати відповідні залізовмісні мультивітамінні премікси.

Не менш важливою проблемою подолання мікронутрієнтного дефіциту є збагачення харчових продуктів кальцієм. Більш ніж половина населення України недоотримує 70 % кальцію у раціонах харчування. Це особливо стосується дітей і людей похилого віку. Зважаючи на надзвичайно важливу роль кальцію у функціонуванні організму людини, першочерговим є завдання збагачення харчових продуктів цим мікроелементом.

Важливим для технологів є той факт, що збагачення кальцієм не викликає таких проблем, як збагачення харчових середовищ залізом.

Добавки солей кальцію доцільно вводити до борошна і хлібобулочних виробів. Наприклад, кальцію в традиційному хлібі дуже мало – 20...30 мг в 100 г. Водночас хліб містить дуже багато фосфору (в 5...8 разів більше, ніж кальцію). Відомо, що оптимальним між цими мікроелементами є співвідношення 1 : 1.

Тому хліб обов'язково потрібно збагачувати кальцієм, тим більше що він є хімічним аналогом стронцію і запобігатиме його накопиченню в організмі людини.

В останні роки широкого розповсюдження набуло збагачення кальцієм **плодових соків і напоїв на молочній основі, зокрема йогуртів.**

Найчастіше використовують такі органічні і неорганічні сполуки кальцію:

- лактат кальцію, глюконат кальцію, трикальційцитрат;
- карбонат кальцію, трикальційфосфат.

Для збагачення плодово-ягідних соків та соковмісних напоїв **рекомендовано** використовувати добре розчинний лактат або глюконат

кальцію, хоча вони досить дорогі і вміст елементарного кальцію в цих сполуках невисокий (9...13 %).

Для збагачення борошна і хлібобулочних виробів найчастіше використовують CaCO_3 (вміст Ca – 40 %), або дорожчі фосфати кальцію – трикальційфосфат ($\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$).

Останнім часом для збагачення плодкових соків з м'якоттю, молочних напоїв **пропонується** використовувати спеціальні мікронізовані форми малорозчинних солей кальцію – фосфатів та трикальційцитрату.

Для підвищення ступеню засвоєння кальцію живим організмом доцільно вводити його до харчових середовищ одночасно з такими БАР: вітамінами С, В₂, В₆, В₁₂, D₃.

Добові дози кальцію до 2,5 г вважаються безпечними. Підвищений вміст кальцію спостерігається при гіперфункції щитовидної залози, у хворих з хронічним алкогольним гепатитом, черепно-мозковими травмами.

Надлишок кальцію в організмі призводить до дефіциту цинку і фосфору.

Засвоєнню кальцію перешкоджає щавлева кислота, яка вступає з ним у реакцію, утворюючи малорозчинні солі. Багато її міститься у шпинаті (3,2 мг %), щавлеві (3 мг %), ревені (2,4 мг %). Тому при конструюванні продуктів, що мають поповнювати організм кальцієм, слід виключати з цієї композиції рослини з високим вмістом щавлевої кислоти. Встановлено також, що кальцій зв'язують фітати, фосфати та сульфати.

В організм кальцій надходить з харчовими продуктами та мінеральними добавками. У рослинах він зв'язаний з білками та аніонами органічних кислот, а в добавках – в основному з аніонами карбонату чи фосфату.

Сприяє всмоктуванню кальцію вітамін D₃, а також сполуки, що знижують рН кишкового тракту, наприклад лактоза.

Слід додати, що кальцій із овочів засвоюється організмом недостатньо, тому що в них є щавлева кислота і клітковина. Продукти із зернових містять мало кальцію, до того ж співвідношення кальцію і магнію у них неоптимальне. Окрім того, вони містять фітинову кислоту (на котру припадає 80 % фосфору, що міститься у зерні), яка зв'язує кальцій. Тому молочні продукти – головне джерело кальцію. Загалом найбільш розповсюджені джерела кальцію наведено у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12. Головні джерела кальцію

Продукт	Вміст кальцію, мг/100г
Сухе молоко знежирене	1270
Сири тверді	703...995
Молоко згущене	295
Йогурт	147
Молоко коров'яче	118
Сир	98

Яйця	48
Жовтки	147
Шпроти	1003
Хліб пшеничний	27
Хліб житній	66
Селера	60
Петрушка	193
Морква	45
Капуста	155
Кукурудза	97
Фініки	160
Соя	260

І стосовно збагачення харчових середовищ йодом.

Найбільш придатним середовищем у цьому разі є сіль. Зараз для збагачення солі використовують високостабільний йодат калію **KIO₃**. На відміну від KI, він стійкий до окислення і не потребує додаткового введення стабілізаторів при збагаченні солі.

У попередніх матеріалах зазначали, що функції мінеральних елементів в організмі надзвичайно різноманітні і пов'язані з їхньою формою та станом. Основні з них такі:

- участь у побудові опорних тканин організму;
- підтримання гомеостазу внутрішнього середовища;
- підтримання рівноваги клітинних мембран;
- активація біохімічних реакцій шляхом впливу на ферментні системи;
- прямий або опосередкований вплив на функцію ендокринних залоз;
- вплив на симбіотичну мікрофлору ШКТ.

Для біологів та харчовиків великий інтерес являють взаємодії металів із ферментами. Ця взаємодія коливається в широкому діапазоні – від слабого іонного ефекту до утворення комплексів.

Активаторами ферментів служать такі 15 катіонів: Na, K, Rb, Cs, Mg, Ca, Zn, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe²⁺, Co, Ni, Al.

При розроблені нових продуктів із підвищеним вмістом мінеральних сполук необхідно враховувати їхню біологічну, а отже, фізіологічну роль. На цій підставі збагачення традиційних харчових продуктів доцільно проводити саме **життєво необхідними** елементами – Ca, P, K, Cl, Na, Mg, Fe, Cu, Co, Zn, Mn, Mo, I, Se, S.

Харчовий раціон, що не містить того чи іншого біотичного елементу або містить його у недостатній концентрації, викликає певні негативні біохімічні зміни у тканинах організму.

Патологія людини і тварини, зумовлена дефіцитом життєво необхідних мінеральних елементів, надлишком як есенціальних, так і

токсичних мінеральних сполук, а також дисбалансом макро- і мікроелементів, називається мікроелементозом.

Мікроелементозів та викликаних ними функціональних змін можна уникнути або ліквідувати їх шляхом додавання необхідних мінеральних елементів до харчових продуктів.

Селен. Селен є представником групи ультрамікроелементів. Довгі роки вважався токсичним елементом, а потім виявилось, що він необхідний для нормального функціонування організму людини у концентраціях від 20 до 200 мкг. Це стало відомо у 60-х роках минулого століття.

При **дефіциті селену** в організмі виникають такі зміни: зниження імунітету, підвищена схильність до запальних хвороб, зниження функції печінки, хвороби шкіри, волосся і нігтів, атеросклероз, катаракта, репродуктивна недостатність, патологія легень тощо.

Подібно до відомих антиоксидантів, селен також є антиокислювачем. Однак вони не замінюють один одного, а діють найефективніше при взаємній присутності. Селен протидіє раковим хворобам. Цей механізм ще не вивчений, однак, припускають, що селен як антиокислювач зменшує окислення ліпідів клітин, не допускає їхньої деформації, генетичних порушень ДНК і таким чином сприяє нормальному росту клітин.

Селен паралізує афлатоксини (отруйні мікроорганізми, плісняви). Він входить до складу ферменту *глутатіонпероксидази*, котрий руйнує ендоперекиси, що утворюються при перекисному окисленні ліпідів (ПОЛ). Селен також захищає організм від цих елементів, а також кадмію, свинцю і талію (меншою мірою).

У ґрунті селену мало, він легко вимивається водою, а тому його мало і в рослинах. Найнебезпечніший ворог селену – вуглеводи. У присутності вуглеводів, особливо цукру, селен не засвоюється організмом.

Ось які продукти рекомендуються для насичення організму селеном: кокос (0,8 мг/100 г продукту); свиняче сало, часник (0,2...0,4); морська риба (0,02...0,2); пшеничні висівки (0,11); яйця (0,07...0,1); соя (0,06); рис неочищений (0,01...0,07); насіння соняшника (0,07). Є селен у чорному хлібі і борошні грубого помелу.

На жаль, багато селену втрачається при кулінарному обробленні.

Значення має не тільки концентрація селену у продуктах, а й сполуки, у яких він надходить в організм. При введенні селену в сполуках з амінокислотами накопичення його йде інтенсивніше, ніж із неорганічної сполуки селеніту натрію.

У таблиці 3.13 наведено результати експериментальних досліджень із введення в організм піддослідних тварин селену у вигляді селеніту натрію та селенометіоніну (В. Георгієвський зі співр., 1979).

Із наведених результатів видно, що мікроелемент селен, який у живих організмах максимально накопичується у печінці, практично повністю засвоюється при його введенні в органічній формі (в даному випадку у вигляді сполуки селенометіоніну). Засвоюваність неорганічної форми селену

набагато нижча, і тому при збагаченні традиційних харчових продуктів необхідно використовувати саме органічні форми мінеральних елементів.

Таблиця 3.13. Результати накопичення в організмі піддослідних тварин селену, введеного до раціону харчування в різних формах

Селен у раціоні, мг/кг	Селен у печінці, мг/кг
Селеніт натрію	
0,04	0,18
4,04	0,80
5,0	0,36
10,0	3,62
Селенометіонін	
0,01	0,22
5,0	4,9
10,0	9,32

ВИСНОВКИ

1. Білки належать до життєво важливих біологічно активних сполук, без яких неможливе життя, ріст і розвиток організму. У здорової людини при повноцінному харчуванні спостерігається азотна рівновага стосовно кількості білків, які надійшли з їжею і у вигляді амінокислот засвоїлись організмом, і тієї кількості, що виводиться з організму у вигляді азоту сечі.

2. Важливе значення має не лише збалансованість незамінних амінокислот у продукті, а й їхнє співвідношення із замінними, оскільки при нестачі останніх у раціоні в процесі утворення власних білків організму у збільшених кількостях витрачаються незамінні амінокислоти.

3. Потреба у білках зводиться до потреби організму в амінокислотах, оскільки саме з них він синтезує необхідні в даний момент білки. Для забезпечення надходження та використання будь-якої амінокислоти існує амінокислотний фонд організму. Необгрунтоване введення добавок амінокислот при розробленні нових харчових продуктів може призвести до небажаної зміни балансу амінокислотного фонду.

4. Вивчення нових біологічно активних речовин інтенсивно триває. І варто звернути увагу на нове їх покоління – природні біорегулятори рослинного походження та пептидні біорегулятори тваринного походження. Це комплекси біологічних агентів, в основі регуляторних ефектів яких лежить здатність індукувати процеси специфічної диференціації спеціалізованих клітинних популяцій, що сприяє відновленню фізіологічних функцій організму.

5. Жири як біологічно активні сполуки мають різнобічне значення. Вони впливають на різні види обміну речовин, функціональний стан окремих органів і систем і, врешті-решт, на працездатність та опірність організму

несприятливим чинникам довкілля, в тому числі інфекційним агентам. Недостатня енергетична цінність раціонів призводить до виснаження жирових депо у підшкірній основі, яка виконує функції теплоізолюючу, амортизаційну, естетичну.

6. Вуглеводи як біологічно активні речовини досить легко піддаються в організмі перетворенням і звільненням відповідної кількості енергії, тому вони особливо важливі у харчуванні як джерела енергії при різних видах фізичних навантажень. Важливу роль вуглеводи відіграють у діяльності центральної нервової системи, оскільки вони є основними постачальниками енергії для нервової тканини.

7. У раціональному харчуванні необхідним є достатній рівень харчових волокон (25...40 г), особливо за рахунок пектинових речовин овочів і плодів. Це потрібно враховувати при розробленні нових харчових продуктів, особливо для осіб із порушеним обміном речовин.

8. Відсутність або недостатність вітамінів у їжі викликає авітамінози та гіповітамінози, а надмірна кількість – призводить до гіпервітамінозів, що однаково шкідливо для організму людини.

9. Завдяки тому, що вітаміни входять до складу всіх клітин живого організму, вони посилюють його стійкість проти інфекцій, перешкоджають відкладенню холестерину, підтримують оптимальний склад крові і запобігають старінню.

10. Патологія людини і тварин, зумовлена дефіцитом життєво необхідних елементів, надлишком як есенціальних, так і токсичних мінеральних сполук, а також дисбалансом макро- та мікроелементів, називається мікроелементозом.

11. У зв'язку з цим, зрозумілою є надзвичайна важливість наукового обґрунтування вибору біологічно активних речовин для харчових технологій з точки зору отримання продуктів із заздалегідь прогнозованими властивостями, належними якісними, ефективними та абсолютно безпечними показниками для споживачів.

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати білки як основу будь-якої живої матерії.
2. Значення замінних і незамінних амінокислот та їхнього співвідношення у раціонах харчування.
3. З'ясувати сутність поняття «природні біорегулятори» та нового наукового напрямку – біорегуляції.
4. Біологічна активність жирів, їхня класифікація, харчова та біологічна цінність.
5. Вуглеводи як біологічно активні речовини з точки зору основних функцій в організмі людини.
6. Охарактеризувати вітаміни як каталізатори та біорегулятори усіх процесів, які відбуваються в живому організмі.

7. Навести приклади основних представників водо- та жиророзчинних вітамінів, їхні природні джерела та роль у функціонуванні живого організму.

8. Мінеральні елементи у життєдіяльності організму людини: загальна характеристика, природні джерела та способи визначення.

9. Дати характеристику життєво необхідним елементам та сформулювати критерії, за якими елементи відносяться до групи біотичних.

Розділ 2 ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ СПОЛУК ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ХАРЧОВИХ СЕРЕДОВИЩ ТА ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Лекція 4. Технологічні аспекти збагачення харчових середовищ

План лекції

4.1. Загальні вимоги до конструювання харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення

4.2. Оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва і реалізації збагаченого продукту

4.3. Медико-біологічні аспекти збагачення харчових середовищ біологічно активними речовинами

4.4. Технологічні аспекти збагачення харчових середовищ біологічно активними речовинами

Література: [1] с.79-108.

4.1. Загальні вимоги до конструювання харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення

При розробленні способів отримання збагачених оздоровчих харчових продуктів необхідно обґрунтувати:

- **їхній масовий попит** на ринку харчових продуктів для забезпечення рентабельності виробництва;

- **стабільність** як усіх вихідних речовин та матеріалів, так і готового продукту, що забезпечує його зберігання протягом певного часу, необхідного для надходження до споживача;

- **створення запасів** або ритмічне виробництво оздоровчих продуктів з метою забезпечення безперебійного задоволення їхнього попиту на ринку.

Запропоновані технологічні рішення мають **гарантувати**:

- **отримання** готових продуктів високої якості, безпечних для вживання;

- **збагачення** традиційних харчових середовищ есенціальними натуральними біологічно активними речовинами, що справляють певний функціональний вплив на всі органи та системи організму людини, і дефіцит яких на сьогодні науково обґрунтований;

- **доступність** за ціною для всіх верств населення України.

Вірогідність забезпечення організму людини вітамінами, мікро- та макроелементами, незамінними амінокислотами, антиоксидантами, адаптогенами та імуномодуляторами буде тим вищою, чим більше в раціоні різноманітних оздоровчих продуктів.

При конструюванні нових харчових продуктів необхідно обґрунтувати і з'ясувати умови досягнення терапевтичної (в межах фізіологічних потреб організму) ефективності окремих інгредієнтів запропонованих нових оздоровчих продуктів.

Ця мета вирішується шляхом:

- науково обґрунтованого поєднання в одній композиції різних нутрієнтів (вітамінів, мікро- та макроелементів, незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот тощо) з урахуванням синергізму їхньої дії;
- добором оптимальної дози компонентів;
- врахуванням наукових принципів збагачення харчових середовищ біологічно активними сполуками;
- використанням основних способів проектування нових харчових продуктів, методів харчової комбінаторики та оптимізації технологічних рішень.

Якщо напрям роботи передбачає самостійне отримання дієтичної добавки та подальше використання її для збагачення певного харчового середовища, дослідження рекомендовано вести за етапами, представленими на рис. 4.1, де за приклад узяті послідовність наукових та технологічних рішень отримання протеїнового концентрату або білкових дієтичних добавок із зеленої маси рослин. Одним із основних принципів розроблення і формування оздоровчого харчового продукту є конструювання заздалегідь передбаченого його складу, отриманого збагаченням нутрієнтами традиційних харчових середовищ. Розроблення продуктів із заданими властивостями можливе на основі методу харчової комбінаторики, котрий полягає в обґрунтованому кількісному доборі компонентів сировини і збагачуючих БАР, які забезпечують комплекс необхідних органолептичних та функціональних характеристик шляхом оптимізації складу готового продукту. При цьому слід враховувати наступне:

- не підлягають збагаченню продукти, які не піддаються технологічному обробленню (фрукти, овочі, м'ясо, риба);
- не підлягають збагаченню напої, що містять більш ніж 1,2 % алкоголю (за винятком слабоалкогольних тонізуючих);
- оскільки у населення України спостерігається дефіцит вітамінів, мінеральних елементів, поліненасичених жирних кислот тощо, для його корегування доцільно використовувати мультимікронутрієнтні збагачувачі харчових середовищ;
- продукт відноситься до категорії збагачених (функціональних) лише за умови, що середня добова норма такого продукту містить від 10 до 50 % рекомендованої добової потреби (РДП) організму в певному функціональному інгредієнті.



Рис. 4.1. Етапи отримання білковмісних концентратів із зеленої маси рослин

При розробленні нових продуктів рекомендовано орієнтуватись на такі об'єми, у котрих вміст збагачуючих БАР складає не менше 10 % і не більше 50 % від РДП:

- борошно вищого і I гатунку – 100 г
- хліб і хлібобулочні вироби – 150 г
- молочна продукція – 200 г
- молочні пастоподібні сири – 100 г
- напої безалкогольні, сокова продукція – 300 мл
- масложирова продукція – 20 г
- зернові продукти (готові сніданки, продукти екструзії, макарони, крупи) – 50 г.

Потрібно враховувати ще такий чинник: для мінеральних елементів завжди рівень збагачення нижчий, ніж для вітамінів, і практично ніколи не досягає 50 % РДП – неможливо ввести до рецептури значні кількості мінеральних добавок, оскільки вони негативно впливатимуть на фізико-хімічні та органолептичні показники готового продукту.

Виходячи з основного принципу оздоровчого харчування “**Не зашкодь**” і зважаючи на встановлений факт, що понад 90% контамінантів надходять в організм людини саме з харчовими продуктами, велике значення при конструюванні нових продуктів надається **контролю якості сировини, рослинних дієтичних добавок** та отриманих на їхній основі **готових продуктів**.

Для розрахунку безпечного рівня збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами запропоновано ряд підходів. У результаті їх використання всі збагачуючі дієтичні добавки за рівнем безпеки розділено на три групи:

Вітаміни та мінеральні елементи	Рівень безпечного збагачення
C, B ₂ , B ₁ , B ₁₂ , E, PP	> 100 % РДП
B ₆ , B ₉ , D, Cu, I, Se	50...100 % РДП
Fe, Zn, Ca, P, Mg	10...40 % РДП
Вітамін А	Не визначено

Контроль якості продовольчої сировини постійно вдосконалюється і модернізується з залученням новітніх фізико-хімічних та мікробіологічних методів, а також із використанням досвіду зарубіжних країн щодо методології управління якістю та безпекою харчової продукції.

Великого поширення у світовій практиці набула система НАССР – саме тому, що вона придатна для будь-яких харчових виробництв і будь-яких харчових продуктів.

Саме такий підхід відповідає Законові України “Про якість та безпечність харчових продуктів і продовольчої сировини” та національному стандарту України ДСТУ 4161-2003 “Системи управління безпечністю

харчових продуктів”, які передбачають впровадження систем НАССР на харчових підприємствах України.

Відомо, що концепцію НАССР можна розглядати в двох варіантах: “НАССР у застосуванні до певного продукту” і “Загальна концепція НАССР”. При розробленні функціональних продуктів чи дієтичних добавок достатнім є застосування НАССР для цих конкретних продуктів. Повну ж концепцію НАССР доцільно впроваджувати на підприємствах із широким асортиментом продукції.

Система НАССР виділяє **три небезпечні групи чинників**, які можуть вплинути на безпеку харчової продукції: **біологічні, хімічні та фізичні**. Тому значною мірою рівень підготовки технолога визначається його вмінням урахувувати і правильно оцінювати всі можливі види впливів на конкретний продукт для визначення ризиків **потенційно небезпечних чинників**.

Наприклад, небезпечні чинники, які визначаються при виробництві стерилізованого молока і вершків, мають викликати меншу занепокоєність, ніж при виробництві кисломолочного сиру, оскільки технологічний процес його отримання здебільшого здійснюється у відкритому потоці.

З цієї ж точки зору використання спіруліни (яка в Україні вирощується у відкритих водоймищах) та бурих водоростей для збагачення традиційних харчових продуктів потребує надзвичайно ретельного контролю мікробіологічних забруднювачів.

У кожній конкретній ситуації технолог повинен **розглянути** сукупність мікробіологічних, хімічних та фізичних небезпечних чинників, які можуть вплинути на безпеку кінцевого продукту або групи продуктів; **зробити аналіз**, аби з'ясувати, щодо яких саме ризиків необхідно застосовувати контрольні заходи.

Ідентифікація небезпечних чинників, їх аналіз та розроблення системи контролю проводиться у разі використання традиційних технологій, однак особливо вона необхідна при отриманні **інноваційних харчових продуктів**, оскільки введення будь-яких нових БАР-інгредієнтів може викликати додаткові ризики і вимагати детального контролю.

4.1.1. Методологічні підходи до створення концепції нового продукту, збагаченого біологічно активними речовинами

Зміна традиційного рецептурного складу, яка відбувається внаслідок заміни одних інгредієнтів на інші, безумовно, відбиватиметься на споживчих властивостях новостворених продуктів. У зв'язку з цим модифікація традиційного продукту на оздоровчий не зводиться лише до заміни інгредієнта, а являє собою складний процес конструювання продукту, що має оновлені споживчі та надані функціональні властивості.

Отож, при розробленні нових збагачених продуктів доцільно користуватись такою послідовністю етапів виконання досліджень:

І етап: вибір харчового середовища, яке потребує збагачення.

Згідно з міжнародною практикою, продукти, які отримують шляхом збагачення, можна умовно поділити на дев'ять груп:

1. хлібобулочні, борошняні та круп'яні вироби;
2. кондитерські вироби;
3. молочні продукти;
4. олієжирові продукти;
5. м'ясні продукти;
6. рибні продукти;
7. соки та напої;
8. плодово-овочева продукція;
9. приправи.

II етап: вибір функціональних інгредієнтів, які необхідно додати до традиційного харчового середовища із врахуванням його функціональних властивостей.

До функціональних інгредієнтів (ФІ) відносять фізіологічно активні безпечні речовини з певними фізико-хімічними характеристиками, для яких виявлено та науково обґрунтовано властивості, корисні для поліпшення та збереження здоров'я, встановлено й схвалено норми щоденного вживання у складі харчових продуктів.

За класифікацією японських дослідників основними категоріями функціональних інгредієнтів, що використовувались для виробництва нових харчових продуктів, були біфідобактерії, олігосахариди, харчові волокна, ейкозапентаєнова кислота. Надалі перелік функціональних інгредієнтів, які складають біологічно активну основу продуктів згідно з концепцією FOSHU, значно розширився й сьогодні включає сотні найменувань. При цьому для конструювання нових харчових продуктів, як правило, традиційні харчові середовища передусім збагачують тими функціональними інгредієнтами, дефіцит яких найбільш реальний у тій чи тій місцевості або у тих чи тих груп населення.

При використанні кількох функціональних інгредієнтів слід максимально враховувати їхню поєднуваність у сенсі хімічної взаємодії у самому продукті та їх біозасвоюваність на рівні шлунково-кишкового тракту організму людини.

Це такі категорії: харчові волокна, олігосахариди, цукроспирти, амінокислоти, пептиди, протеїни, нуклеїнові кислоти, глікозиди, спирти, органічні кислоти, ізопреноїди, вітаміни, фосфоліпіди, холіни, біфідобактерії та інші молочнокислі бактерії, мінерали, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти, цитаміни, фітопрепарати, рослинні ензими тощо.

Залежно від обраних інгредієнтів, в роботі необхідно показати позитивні ефекти, які вони будуть справляти на організм людини, і пов'язати їх з різними видами фізіологічного впливу: наприклад, позитивний вплив на процеси метаболізму; захист проти сполук оксидантної активності; позитивний вплив на серцево-судинну систему; позитивний вплив на

фізіологію шлунково-кишкового тракту; позитивний вплив на стан кишкової мікрофлори; фізіологічний вплив на стан імунної системи тощо.

III етап: вибір природного продукту як джерела необхідних функціональних інгредієнтів.

Це можуть бути традиційні і нетрадиційні сільськогосподарські культури, дикорослі культури (більш багаті на біологічно активні речовини), лікарські рослини, вторинні сировинні ресурси тощо.

IV етап: дослідження сумісності за фізико-хімічними та біологічними властивостями доданого функціонального інгредієнта з компонентами харчового середовища, яке підлягає збагаченню.

V етап: вибір фізико-хімічної форми функціонального інгредієнта або композиції таких інгредієнтів (екстракти, концентрати, порошки, пюре тощо).

VI етап: складання рецептури нового оздоровчого продукту або функціонального продукту з регламентацією гарантованого вмісту функціонального інгредієнта, що повинен забезпечувати добову потребу людини в ньому на 10...50%.

VII етап: дослідження способів та технологічних режимів отримання натуральних комплексних збагачувачів.

VIII етап: вибір стадії технологічного процесу, найбільш придатної для внесення натуральних комплексних збагачувачів у харчове середовище з метою максимального збереження усіх цінних компонентів у готовому продукті.

IX етап: оцінка конкурентного потенціалу отриманого збагаченого функціонального (оздоровчого) продукту.

X етап: оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва і реалізації нового продукту.

XI етап: організаційні, технологічні та економічні аспекти інноваційного підприємства з випуску нової продукції.

XII етап: розроблення нормативної документації на виробництво нового збагаченого (функціонального, оздоровчого) продукту.

Результатом виконання усіх цих етапів є новий збагачений харчовий продукт, який, відповідно до термінології, що використовується для характеристики інноваційних продуктів, матиме статус або технологічно **нового** харчового продукту, або технологічно **вдосконаленого** харчового продукту.

Важливим при розробленні нових збагачених продуктів є дотримання таких умов:

- вибір конкретної збагачуючої БАР або їх комбінації має здійснюватися з урахуванням сумісності між собою, а також із іншими інгредієнтами, які входять до складу харчового середовища;
- необхідно виключати можливість погіршення органолептичних властивостей готового продукту, а також імовірність небажаних взаємодій,

які здатні гальмувати біологічну або фізіологічну активність введених БАР, їхню біодоступність та засвоюваність.

Загалом до харчових інгредієнтів відносять дві їх категорії, які істотно відрізняються хімічним складом, фізико-хімічними властивостями, біологічною активністю та харчовою цінністю:

- харчові технологічні добавки (або просто харчові добавки, в тому числі харчові поліпшувачі та збагачувачі);
- біологічно активні, дієтичні або функціональні харчові добавки.

Для створення широкого спектру оздоровчих харчових продуктів необхідно використовувати лише другу категорію харчових інгредієнтів.

Основою стратегії виробництва та реалізації збагачених біологічно активними речовинами харчових продуктів є **конкурентний потенціал**. Він сприяє прогнозуванню рівня якості запропонованих продуктів. З цією метою розроблено шкалу їхнього конкурентного потенціалу. Показники якості розподіляються таким чином, як це показано на рисунку 4.2. При розробленні шкали конкурентного потенціалу виходили з ієрархічного методу послідовності розташування показників і, оскільки безпека оздоровчих продуктів є головним показником якості, вона посідає перший ступінь.

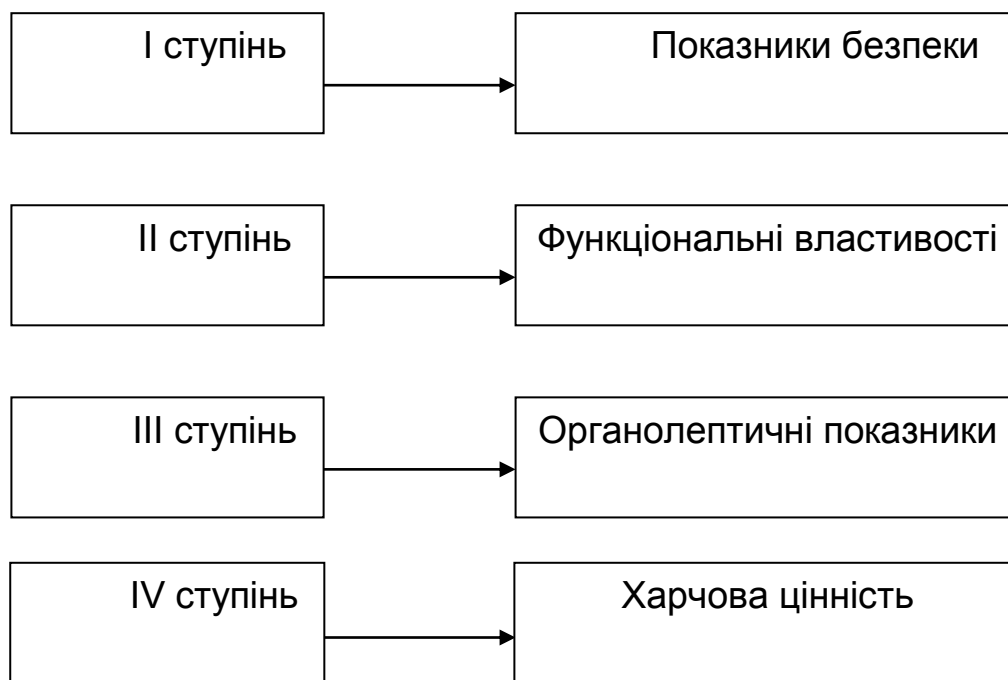


Рис. 4.2. Модель оцінки конкурентоспроможності збагаченого продукту

Для отриманих продуктів (функціональних, оздоровчих) допустимі рівні показників безпеки повинні бути нижчими, наведених у СанПіН, оскільки даним документом не передбачено показники безпеки для функціональних продуктів.

Тому отриманий продукт буде безпечним, якщо за вмістом основних токсикантів (токсичних елементів, пестицидів, радіонуклідів) та

мікробіологічною забрудненістю він матиме показники нижчі, ніж рекомендовані СанПіН.

Характеристика II ступеня (функціональні властивості) ґрунтується на з'ясуванні вмісту у нових продуктах фізіологічно функціональних інгредієнтів у концентраціях від 10 до 50% рекомендованої норми споживання. Слід враховувати також, що саме завдяки наявності цих біологічно активних речовин функціональні продукти можна розглядати як чинник продовольчої безпеки та соціальної значущості.

Якщо виявиться, що отриманий продукт за основними функціональними інгредієнтами задовольняє менше 10 % фізіологічної норми споживання, то його відносять до категорії не функціональних, а оздоровчих продуктів.

Перелік контрольованих функціональних інгредієнтів залежить від мети та предметів дослідження, тому він не є сталою величиною.

У формуванні споживчих властивостей розроблених продуктів істотне значення мають органолептичні показники. Тому при оцінюванні III ступеня шкали конкурентного потенціалу рекомендовано користуватись загальноприйнятою диференційованою 5-бальною системою, вважаючи, що продукт, який отримав нижче 3,5 балів, має незадовільні органолептичні характеристики.

При оцінюванні IV ступеня визначають вміст у готових продуктах білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон та інших нутрієнтів, а також їхню енергетичну цінність. Деякі показники харчової цінності (вітаміни, мінеральні елементи) можуть бути віднесені до показників функціональних властивостей.

Аналіз цього ступеня дає можливість виявити додаткові функціональні властивості розробленого продукту за рівнем задоволення потреб людини в окремих нутрієнтах.

Якщо новий продукт за всіма ступенями якості має достатні показники, то він відзначається високим конкурентним потенціалом. Якщо за деякими ступенями якості продукт не відповідає поставленим вимогам, потрібно планувати додаткові заходи з підвищення відповідних показників якості і надання продуктові необхідного конкурентного потенціалу.

Цей етап досліджень дозволяє з досить високою точністю передбачати конкурентоспроможність нового розробленого продукту, який користуватиметься підвищеним попитом у населення, адже він за рівнем якості не поступається традиційним продуктам і вигідно відрізняється від них додатковими функціональними властивостями. В наш час лише конкурентоспроможна продукція забезпечує успіх торговельного бізнесу і є основою широкої комерціалізації наукових розробок.

4.2. Оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва і реалізації збагаченого продукту

Характерною прикметою сучасного етапу економічно розвинутих передових країн є **інноваційний шлях розвитку**, в основі якого лежить цілеспрямований процес пошуку, підготовки і реалізації інновацій, які дозволяють підвищити ефективність суспільного виробництва.

В інноваційній діяльності підприємств харчової промисловості пріоритетним є напрям створення нових харчових продуктів, передусім функціональної спрямованості. Саме для таких продуктів відкриваються широкі можливості завоювання як **внутрішнього**, так і **зовнішнього ринків**. Разом з тим, при оцінці соціальної та економічної ефективності нового функціонального харчового продукту необхідно чітко розуміти, що такі можливості реальні лише в тому разі, коли запропонована продукція є **конкурентоспроможною**.

Тому для досягнення цієї мети на основі маркетингових та економічних досліджень потрібно окреслити інноваційний шлях отримання конкретного збагаченого продукту, який передбачає **використання** нових технологій та нової, в тому числі нетрадиційної, сировини, **прогнозованим розширенням** ринків збуту, ефективним використанням новітніх досягнень і, перш за все, **високих технологій** у переробленні сільськогосподарської сировини на готові продукти.

Враховуючи різноманітність харчової продукції, придатної для вдосконалення шляхом її збагачення поліфункціональними біологічно активними добавками, в тому числі **біокоректорами** до їжі, слід приділити особливу увагу доборові та обґрунтуванню економічної доцільності введення до технологічного процесу нових біокомпонентів, необхідних для збагачення традиційних харчових середовищ.

Її можна **обґрунтувати** таким чином:

- значними природними ресурсами на території України сировини, потенційно придатної для перероблення на функціональні харчові продукти та дієтичні добавки;
- структурою харчової промисловості, де планується розпочати випуск збагачених продуктів, що дозволяє організувати їх виробництво як на великих підприємствах харчової промисловості, так і на окремих підприємствах (орендних, малих, приватних тощо);
- постійним збільшенням прогнозованого попиту на функціональні харчові продукти, що пов'язано з несприятливим екологічним довкіллям;
- зарубіжним досвідом організації подібного виробництва, що свідчить про його високу ефективність, соціальну значущість і успішний розвиток у країнах Америки та Західної Європи;
- досить широкими експортними можливостями інноваційної продукції, оскільки, по-перше, на світовому ринку від зарубіжних аналогів її відрізнятиме значно нижча ціна; по-друге, існують практично не використані ринкові сектори споживання таких харчових продуктів (у вигляді добавок до різних страв, продуктів оздоровчого та профілактичного призначення тощо);

- тісним зв'язком між харчовою промисловістю та іншими підгалуззями АПК;
- можливим розширенням вертикальної та горизонтальної структур виробництва: оздоровчі продукти можна випускати у спеціальних цехах на підприємствах харчової промисловості або організувати їх дрібносерійне виробництво;
- загальний інвестиційний клімат в Україні нині не дуже сприятливий для фінансування виробництва оздоровчих продуктів, яке характеризується переважно значним соціальним ефектом, але, враховуючи їхні експортні можливості, конкурентоспроможність, достатній рівень економічної ефективності, вважається реальним отримання необхідних коштів для фінансування виробництва оздоровчих продуктів з різних видів рослинної та лікарської сировини як вітчизняними, так і зарубіжними інвесторами;
- промисловою політикою на макрорівні, що пов'язана з розширенням виробництва товарів із поліпшеними споживчими якостями, здатними конкурувати на міжнародному ринку з іноземними аналогами;
- промисловою політикою на мезорівні, що повинна бути спрямована на збільшення обсягів виробництва нетрадиційних для харчової промисловості видів продукції з метою посилення її позиції у конкурентній боротьбі й вибору вдалої стратегії конкурентного розвитку. Таким чином, промислова політика на макро- та мезорівнях економіки України є цілком сприятливою для організації виробництва збагачених продуктів з різних видів рослинної сировини.

Такими є **передумови** обґрунтування доцільності організації виробництва нових збагачених харчових продуктів. **Економічну ефективність** технології рекомендовано визначати за стандартною методикою розрахунку собівартості нового продукту.

Цикл здійснення будь-якого інвестиційного проекту, в тому числі проекту організації виробництва збагачених харчових продуктів на основі конкретної технології, включає *передінвестиційну, інвестиційну та оперативну* фази.

В першій з них визначаються показники ефективності розробленого та впроваджуваного способу. Тільки після цього починаються заходи сприяння інвестиціям, планування здійснення інноваційних процесів, безпосередні витрати капіталовкладень тощо.

Далі настає оперативна фаза – впровадження нової технології виробництва нового товару. Таким чином, саме передінвестиційні дослідження є основою для діяльності в інвестиційній фазі. Основою першої частини циклу здійснення проекту є обґрунтування доцільності здійснення запропонованих заходів на підставі техніко-економічних розрахунків з урахуванням аналітичних методів, що використовуються в бізнес-плануванні.

Для виробництва збагачених харчових продуктів особливо актуальним є принцип гнучкості, тобто здатність виробничого процесу отримання нових продуктів оперативно адаптуватися до зміни організаційно-технічних умов, пов'язаних із переходом на виготовлення іншої продукції або з її модифікацією.

Поліфункціональні збагачувачі можна отримувати з будь-якої рослинної сировини – плодів, овочів, ягід, лікарської сировини тощо (рис. 4.3). Гнучкість виробництва поліфункціональних збагачувачів та функціональних продуктів саме тих видів, які на даний час мають найбільший попит, дає можливість адаптувати їх виробництво до зміни кон'юнктури ринку, що підвищує конкурентоспроможність продукції.

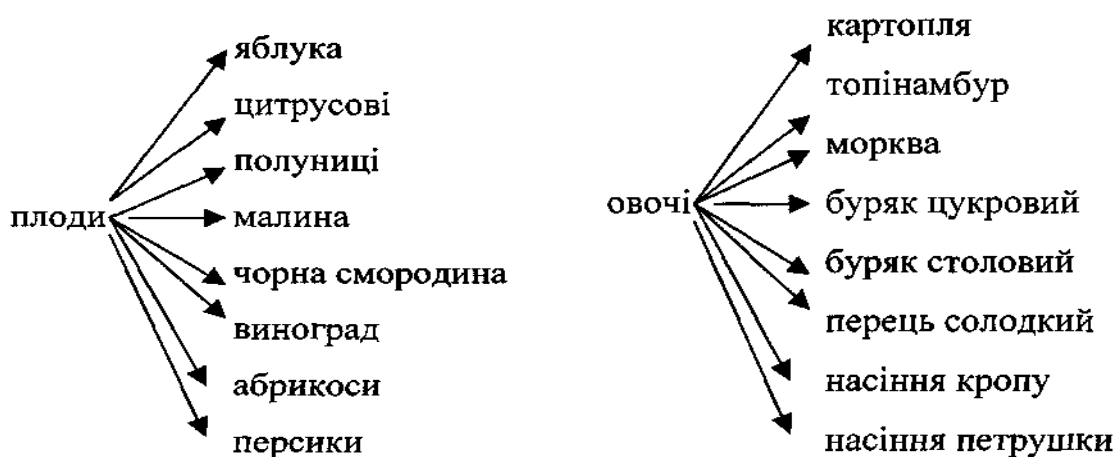


Рис. 4.3. Перелік видів сировини, придатних для отримання поліфункціональних збагачувачів та нових видів продуктів

Специфічними особливостями відзначається економічний аналіз використання оздоровчих продуктів, і їх можна зіставити з тими, які використовуються у фармакології.

Самостійною галуззю фармацевтичної науки є фармакоекономіка. Результати фармакоекономічних досліджень використовуються на практиці в системі охорони здоров'я країн Європи, Америки, особливо в системі страхового забезпечення населення.

Наука та індустрія продуктів оздоровчого та профілактичного призначення, дієтичних добавок, функціональних продуктів в Україні лише зароджуються, тому дослідження, аналогічні виконуваним у фармації, ще не проводяться.

Поки що немає ні методики досліджень, не з'ясовано їх основні напрями, не визначено конкретні об'єкти. Однак цю роботу необхідно розпочинати для ефективного використання в охороні та відновленні здоров'я населення України тих оздоровчих продуктів, які вже з'явилися на внутрішньому ринку, для визначення напрямів створення нових перспективних видів оздоровчих продуктів на основі нутрицевтиків та парафармацевтиків, і в проектах має бути економічний аналіз використання

запропонованих збагачених оздоровчих продуктів за наведеним нижче зразком.

Це надзвичайно складна ланка роботи у загальній системі конструювання, дослідження та використання продуктів профілактичної та оздоровчої дії. Наприклад, пошуковому образу запиту за ключовими словами "Харчові добавки" у мережі "INTERNET" відповідає сукупність повідомлень з понад 100000 найменувань, і практично в кожному з них відсутні резюме щодо результатів фармакоеконімічних досліджень.

Тому, взявши за основу методи економічних досліджень у фармації, доцільно оцінити нові запропоновані оздоровчі продукти.

В таких дослідженнях провідними є чотири напрями:

- вартість – ефективність (cost – effectiveness);
- мінімізація вартості (cost – minimization);
- вартість – вигода вартості (cost – utility);
- вартість – користь вживаних продуктів (cost – benefit).

Найпоширенішим є перший напрям аналізу: **вартість - ефективність**. У фармації основою для такого аналізу є клінічні рандомізовані випробування двох або більше препаратів у порівняльному плані щодо їх терапевтичної ефективності. При цьому ведеться відповідна документація: протоколи лікування, де фіксуються дані про лікувальний ефект препарату – статистично вірогідний відсоток хворих, що одужали; зокрема, для антибіотиків – рівень елімінації збудника, а також дані про частоту побічних реакцій на препарат, проведений моніторинг, додаткові лабораторні обстеження.

Такою є медико-фармацевтична складова частина фармакоеконімічного аналізу показника **вартість – ефективність**. Такою ж має бути економічна оцінка цього показника і щодо оздоровчої продукції.

Схема проведення досліджень дієтичних добавок та оздоровчих продуктів включає такі етапи:

- експериментальну та / або аналітичну оцінку основних компонентів продуктів на підставі наданої фірмою-виробником документації і результатів досліджень;

- розроблення програм клінічних досліджень, котра визначається, з одного боку, особливостями хімічного складу і передбачуваної біологічної дії досліджуваних збагачувачів на організм, стосовно до тих чи інших нозологічних форм захворювання, при яких використання оздоровчих продуктів з профілактичною метою вбачається найбільш адекватним і перспективним; а з другого боку, типом функціональних і метаболічних порушень, властивих даній патології;

- визначення методики проведення клінічних досліджень. Для отримання вірогідних даних щодо профілактичної дії оздоровчих продуктів необхідною умовою є наявність двох груп волонтерів: основної (дослідної) та контрольної. Вони можуть формуватись із здорових осіб та хворих із певною патологією.

Групи порівняння мають бути максимально схожими за статевіковою ознакою, масою тіла, харчовим статусом. У разі проведення випробувань на хворих, окрім цього, враховується ступінь складності основного захворювання та характер супутньої патології.

Оцінка ефективності оздоровчих композицій здійснюється на тлі ідентичних режимів харчування у дослідній та контрольній групах. Перевагу віддають використанню подвійного сліпого методу досліджень з використанням плацебо у контрольній групі. У процесі проведення клінічних досліджень визначають органолептичні властивості оздоровчих продуктів та їх переносимість, здійснюється оцінювання їхньої ефективності та якості, виявлення можливих побічних ефектів;

- окрім загальних клінічних показників, до плану досліджень включаються гематологічні та спеціальні функціональні тести, біохімічні, мікробіологічні, імунологічні та інші показники. Вибір критерію оцінювання ефективності апробованих продуктів визначається їхнім характером та клініко-патогенетичними особливостями нозологічних форм, за яких вони вживаються;

- тривалість клінічної апробації встановлюється залежно від типу оздоровчих композицій та за погодженістю з фірмою-заявником;

- у висновку за підсумками досліджень збагачених оздоровчих продуктів мають бути представлені результати дослідження їх переносимості, ефективності, рекомендоване дозування, показання до використання, можливості побічних ефектів.

Слід зазначити, що експериментальні і клінічні дослідження фармакологічних препаратів потребують величезних коштів та витрат часу. Близько 10 років проходить від виявлення певної біологічно активної речовини (БАР), створення нового препарату та його виробництва і реалізації. Вартість встановлення однієї норми гранично допустимої концентрації певної БАР, згідно з недавно опублікованими в американській науковій періодиці даними, складає близько мільйона доларів.

Щодо продуктів оздоровчого призначення, то тут шлях від розроблення загальних теоретичних засад до виробництва набагато дешевший і простіший, оскільки ці продукти виробляються з природної сировини, до якої організм людини звик еволюційно.

Проте і в цьому випадку жодна нова композиція оздоровчого призначення, не зареєстрована належним чином і не досліджена, не повинна бути рекомендованою до вжитку, забороненою до реалізації як через аптеки, так і дистриб'юторські мережі.

Розробник нового збагаченого оздоровчого харчового продукту та його виробник зобов'язані включати до нормативної документації показники якості цього продукту та його безпеку, гігієнічні нормативи, вимоги щодо забезпечення вказаних нормативів у процесі виробництва, зберігання, транспортування та реалізації продукції, а також вимоги до упаковки, терміни придатності і методи контролю якості та безпеки продукції.

Не допускається реалізація будь-яких видів поліфункціональних збагачувачів та оздоровчих продуктів:

- при невідповідності їх санітарним правилам і нормам щодо забезпечення якості та безпеки;
- без посвідчення про якість;
- із простроченим терміном придатності;
- при відсутності належних умов реалізації;
- при неможливості ідентифікації продукту.

Такою є **медико-біологічна складова** економічного аналізу нових поліфункціональних збагачувачів та продуктів оздоровчої дії. Другою складовою частиною цього методу є оцінка вартості оздоровчих продуктів.

У фармакоеконومیці визначають пряму і непряму вартості лікування. Пряма вартість – це витрати на препарат (курсowa й річна дози), непряма – оцінка інших витрат під час лікування, а саме терапевтичного моніторингу, лабораторних обстежень, призначень інших ліків для усунення побічної дії тощо. Усе це становить економічну частину фармакоеконічного аналізу показника **вартість – ефективність**.

При проведенні фармакоеконічного аналізу показника **вартість-ефективність** його обчислюють, враховуючи не лише витрати на препарат, а й інші, непрямі, витрати на необхідні аналізи, процедури тощо.

Економічний аналіз цього показника стосовно оздоровчих продуктів можна обмежити лише прямими витратами (витратами на виробництво продукту), оскільки такі продукти, сконструйовані за науково обґрунтованими рецептурами та отримані за сучасними технологіями (які запобігають ушкодженню на молекулярному рівні нативної структури та складу біокомпонентів рослинної сировини), не повинні викликати негативних побічних ефектів в організмі людини, чим усувають необхідність постійних лабораторних обстежень та корегуючої дії.

Фармакоеконічний аналіз використовується і для порівняння цілком нових препаратів з уже відомими лікарськими засобами. Такий підхід може бути повністю застосований і для порівняння нових оздоровчих харчових продуктів з тими, що уже реалізуються на внутрішньому ринку України.

Наприклад, з 1998 року споживачі мають змогу придбати різноманітні дієтичні добавки на основі синьо-зеленої водорості спіруліни, яку вирощують у басейнах та тепличних комплексах або стаціонарних фотореакторах і споживають у лікувально-профілактичному та дієтичному харчуванні як джерело вітамінів, мінеральних сполук, есенціальних амінокислот.

Спіруліна характеризується загальнозміцнюючою та адаптогенною дією, поліпшує функцію нервової системи, позитивно впливає на показники ліпідного обміну. Широком попиту користуються дієтичні добавки, вироблені комерційною фірмою "Спіруліна-ЛТД" (м. Миколаїв): "Спіруліна з квітковим пилком", "Спіруліна з прополісом", "Спірумел" та багато інших видів. Вартість упаковки таких дієтичних добавок на курс лікування складає

50...80 грн. Тому нові оздоровчі продукти аналогічної фізіологічної дії можна порівнювати за показником **вартість-ефективність** із уже відомими спіруліновмісними препаратами чи іншими апробованими видами оздоровчої продукції.

4.2.1. Взаємопов'язані проблеми технологічного, організаційного та економічного характеру

З курсу дисципліни «Інноваційні технології та продукти» відомо, що необхідними елементами ефективності інноваційного харчового підприємства (ІХП) є: **інноваційний потенціал**, тобто сукупність висококваліфікованих кадрів, фінансово-економічних можливостей, необхідних для забезпечення діяльності підприємства; **інноваційна культура** як самостійний елемент і як складова інноваційного потенціалу.

Відповідно до теми і запропонованої нової продукції технолог повинен передбачити ті взаємопов'язані проблеми технологічного, організаційного та економічного характеру, які необхідно вирішити для виробництва інноваційного продукту, а саме:

- створення нового виду харчової продукції на основі традиційної і нетрадиційної сировини;
- організація сервісу у забезпеченні новою продукцією споживачів;
- ціноутворення;
- потужна маркетингова служба;
- стимулювання збуту за допомогою дієвої реклами нової продукції;
- контроль сировини та продукції по всьому ланцюжку виробництва – від сировини до готового продукту, а також у мережах реалізації продукції;
- організація моніторингу інноваційної діяльності підприємства, тобто систематичний збір інформації про випуск і реалізацію запропонованої продукції.

Так, **організація сервісу у забезпеченні новою продукцією споживачів** передбачає передусім розроблення рекомендацій із здорового харчування, що ґрунтуються на наукових досягненнях у галузі фармаконутриціології, сучасних соціальних тенденціях, асортименті виробленої підприємством продукції. Це розроблення умов доставки продукції безпосередньо споживачеві.

При описі цього пункту слід наголосити, що якісний сервіс сьогодні є головною конкурентною перевагою будь-якого підприємства, він може лягти в основу стратегії його розвитку і є вагомим чинником впливу даного підприємства на ринок харчової продукції оздоровчого призначення.

Ціноутворення. Цей пункт свідчить про те, що на кожен новий вид продукції необхідно встановити ціну для реалізації. Для цього існують спеціальні економічні розрахунки (наведені вище). Варто мати на увазі, що система ціноутворення повинна принести підприємству переваги порівняно з конкурентами, дати відчутний прибуток і разом із тим враховувати фінансові можливості майбутніх споживачів харчової продукції оздоровчої та

профілактичної дії. Тобто, необхідно дотримуватись оптимального співвідношення **якість : ціна**.

Необхідно зазначити, що оздоровча продукція має бути доступною для всіх верств споживачів із різним рівнем доходів. Можна орієнтуватись на такі цифри: багаторічний досвід роботи компанії «Хоффман-Ла-Рош» свідчить про те, що ціна на збагачені хлібобулочні вироби лише на 1...4 % переважає вартість традиційних виробів, а ціна на збагачені молочні вироби на 5...10 % більша від традиційних.

Потужна маркетингова служба. Слід обґрунтувати необхідність створення на ІХП потужної маркетингової служби для вивчення і розширення ринків збуту продукції, попиту на неї, її просування на внутрішньому і зарубіжному ринках, що дасть можливість посісти гідне місце серед інших аналогічних підприємств.

Стимулювання збуту продукції. Необхідно показати роль дієвої науково обґрунтованої реклами нової продукції та сформулювати приклад реклами своєї продукції. Реклама має інформувати споживача про те, що нова продукція є якісною та абсолютно безпечною (відповідно до вимог міжнародних та європейських стандартів), і разом із тим вона враховує національні особливості української кухні.

Моніторинг інноваційної діяльності підприємства. Має бути обґрунтовано необхідність систематичного збору інформації про випуск і реалізацію нового продукту, оброблення та аналіз інформації про стан інноваційних процесів на підприємстві, вдосконалення діяльності підприємства у реалізації пріоритетних напрямів створення інноваційної продукції.

Як висновок до цієї частини роботи необхідно навести основні переваги впровадження розробленого збагаченого продукту. Це, наприклад, такі положення:

- можливість у короткі терміни ліквідувати відставання України у галузі виробництва і реалізації широкого спектру оздоровчих продуктів;
- постійне розширення внутрішніх і зовнішніх ринків харчової продукції оздоровчої дії;
- створення нових робочих місць і зростання зайнятості населення;
- зацікавленість виробників у створенні якісної продукції, що забезпечує високу рентабельність виробництва, швидку окупність вкладених коштів, можливість розширення виробництва;
- зацікавленість споживачів у розвитку інноваційної діяльності, оскільки вони отримують продукцію високої якості за доступними цінами, абсолютно безпечно;
- зацікавленість держави, оскільки зростає валовий внутрішній продукт, обсяги реалізації, зростання бюджетних коштів;
- зростання інвестиційної привабливості для іноземних інвесторів і приплив іноземних капіталів для розширення вітчизняного виробництва;

- зростання конкурентоспроможності вітчизняної харчової продукції, що є надійною гарантією членства України у Світовій організації торгівлі та вступу до Євросоюзу;
- досягнення продовольчої безпеки у сфері нових харчових продуктів.

4.3. Медико-біологічні аспекти збагачення харчових середовищ біологічно активними речовинами

Уперше термін “оздоровче харчування” прозвучав у 2002 р. на Міжнародній конференції в Римі, а уже в 2009 р. у НУХТ вперше в Україні було відкрито спеціальність “Технології харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення” для підготовки **нового покоління харчовиків-технологів**, здатних у своїй професійній діяльності поєднати всю суму знань медичних наук, що стосуються впливу окремих нутрієнтів на організм людини, та сучасних технологій і обладнання для створення харчових продуктів, що відповідають основним принципам здорового харчування.

Завдяки сучасним медичним та біохімічним дослідженням було виявлено, що дефіцит в раціоні харчування певних БАР, харчова недостатність різко знижують захисні системи організму людини, їхню здатність адекватно реагувати на несприятливі чинники довкілля, що призводить до виникнення багатьох хвороб і, перш за все, **аліментарно залежних**.

Це вимагає постійного корегування структури харчування, ліквідації дефіциту есенціальних нутрієнтів, підвищення якості і безпеки харчових продуктів, надання їм **оздоровчих, профілактичних та регуляторних** властивостей з точки зору впливу на всі функції органів та систем організму людини.

Ці найважливіші, пріоритетні для кожної країни питання можна вирішити лише шляхом створення нових харчових продуктів на основі широкого використання різноманітних БАР сільськогосподарської та лікарської сировини.

Досвід зарубіжних і вітчизняних учених свідчить про те, що більшості традиційних продуктів можна надати оздоровчих і профілактичних властивостей шляхом їх **збагачення біологічно активними речовинами**. Це на сьогодні найбільш доступний для нашої країни шлях, найбільш економічно вигідний і технологічно доцільний.

На сьогодні у світовій практиці існує ряд підходів до створення оздоровчих харчових продуктів. Їх поєднання із власним досвідом дає можливість сформулювати і рекомендувати до практичного використання основні аспекти створення нових харчових продуктів.

Загалом, вибір традиційного продукту і функціональних збагачувачів (БАР) можна представити схемою (рис. 4.4):



Рис. 4.4. Основні критерії вибору традиційного харчового продукту та інгредієнтів для його збагачення

Тобто, при виробництві харчових продуктів, збагачених БАР, необхідно враховувати і **медико-біологічні аспекти**, і **технологічні проблеми** на будь-яких етапах технологічних процесів, які необхідно вирішувати при розробленні і виробництві нових продуктів.

До медико-біологічних аспектів збагачення харчових середовищ належать такі:

- збагачувати біологічно активними речовинами потрібно насамперед харчові середовища для виробництва **традиційних продуктів** масового споживання, які доступні для всіх груп дитячого і дорослого населення, і регулярно використовуються у повсякденному харчуванні. Це в першу чергу борошно і хлібобулочні вироби, молоко і кисломолочні продукти, сіль, цукор, напої, продукти для дитячого та спеціального харчування;

- для збагачення харчових середовищ варто використовувати ті БАР, дефіцит яких реально має місце, досить широко розповсюджений і небезпечний для здоров'я населення. В умовах України це насамперед вітамін С, вітаміни групи В, фолієва кислота, β -каротин, вітамін Е, а з мінеральних речовин: йод, залізо, кальцій, селен, цинк, молібден; до дефіцитних відносяться також поліненасичені жирні кислоти.

При виборі БАР у якості збагачувачів необхідно вивчити їхній хімічний склад, біохімічні характеристики, способи введення до традиційних харчових середовищ;

- оптимально підібрані композиції БАР діють більш ефективно, ніж окрема сполука. Наприклад, β -каротин у вигляді фармакологічного препарату справляє меншу біологічну активність на організм людини, ніж β -каротин, який надходить у складі моркви або іншої каротиновмісної сировини, оскільки в останньому випадку поряд із β -каротином функціонують і посилюють ефективність його дії ще понад 200 різноманітних каротиноїдів. Разом з тим, при підборі такої композиції слід

враховувати можливість хімічної взаємодії між окремими БАР, яка може нести і позитивний, і негативний наслідки;

- найбільш ефективною є комбінація таких БАР, які при взаємній присутності у складі харчових продуктів посилюють позитивну дію один одного, тобто діють **синергічно**. Використання композицій БАР-антагоністів, які ослаблюють дію один одного, недоцільно ні з медико-біологічної, ні з технологічної точок зору.

Наприклад, якщо ставиться за мету створити продукт із антиоксидантними властивостями, то харчове середовище потрібно збагачувати комплексом С, А, Е, Se; якщо створюється продукт антистресової дії, необхідно ввести до харчового середовища, передусім, вітаміни В₆ та В₁₂ і Mg.

І навпаки, у продукти, збагачені солями заліза або іншими мікроелементами, недоцільно вводити харчові волокна, здатні міцно зв'язувати ці мікроелементи, порушуючи їх усмоктування в шлунково-кишковому тракті.

Не бажано також додавати до продукту одночасно аскорбінову кислоту та солі заліза, цинку, міді, оскільки всі метали змінної валентності прискорюють окислення вітаміну С, внаслідок чого він втрачає свою біологічну активність;

- всі обрані для збагачення харчових середовищ БАР необхідно вводити до їхнього складу в оптимальних концентраціях, тому що недостатня їхня кількість не дасть очікуваного фізіологічного ефекту, а перевищення оптимальної дози може призвести до виникнення токсичних концентрацій і, як наслідок, до отруєння організму.

На рисунку 4.5 зображено гіпотетичну взаємодію між концентрацією есенціальних нутрієнтів і станом здоров'я людини.

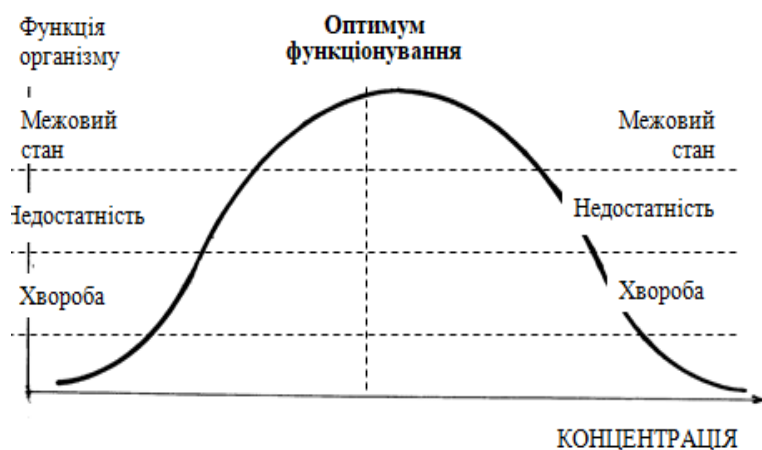


Рис. 4.5. Залежність між концентрацією есенціальних нутрієнтів і функціонуванням організму людини

Зображена на рисунку крива свідчить про те, що і нестача, і надлишок певних мікронутрієнтів можуть викликати серйозні порушення у функціонуванні організму людини і навіть призводити до його загибелі.

За літературними даними для різних БАР визначено оптимум концентрації, за якого організм людини функціонує найкращим чином. Наприклад, для ультрамікроелементу селену цей оптимум становить 10...150 мкг, а токсичною є концентрація 200 мкг і більше; для мікроелементу заліза оптимум складає 10...20 мг, а токсичність настає при перевищенні концентрації у 200 мг; для мікроелементу марганцю оптимум складає 3...5 мг, а токсичною є концентрація понад 40 мг;

- регламентований, тобто гарантований виробником, вміст БАР у збагаченому харчовому продукті повинен бути достатнім для задоволення за його рахунок 10...50% середньої добової потреби в цих мікронутрієнтах при звичайному рівні споживання збагаченого продукту.

При дотриманні цього правила слід мати на увазі, що різні елементи мають різний ступінь засвоюваності в шлунково-кишковому тракті. Відомо, наприклад, що кальцій максимально засвоюється у присутності фосфору та магнію за дотримання вказаного співвідношення:

Ca:P:Mg=1:1:0,7.

Відомо також, що натрій, калій, хлор засвоюються організмом людини на 90-95%, селен – на 50-80%; кальцій – на 25-40%; залізо – на 7-30%.

Залізо, наприклад, практично не засвоюється у присутності дубильних сполук, оскільки вони утворюють з ним хелатні комплекси, які не всмоктуються у тонкому кишечнику. Разом з тим, ця здатність дубильних сполук не поширюється на гемове залізо м'яса, риби, яєць;

- при збагаченні традиційних харчових середовищ необхідно враховувати також наявність в їхньому складі антиаліментарних чинників, котрі не справляють токсичного впливу на організм людини, однак здатні вибірково погіршувати або блокувати засвоєння есенціальних нутрієнтів. Представники цієї групи сполук розглядаються як своєрідні антагоністи харчових речовин. Найпоширенішим представником антиаліментарних сполук є фітин, який утворює важкорозчинні комплекси з багатьма іонами металів, різко знижуючи їхню здатність абсорбуватись у кишечнику.

Наприклад, щодо кальцію відомо, що демінералізуючий ефект фітину тим вищий, чим менше фосфору у продукті і недостатній вміст вітаміну D.

Слід ураховувати також, що несприятливий вплив антиаліментарних сполук на засвоюваність заліза можна майже повністю нівелювати, вводячи до складу харчового середовища цистеїн, кальцій, фосфор, що вказує на доцільність їх спільного використання при створенні комбінацій для збагачення традиційних харчових продуктів.

Ступінь засвоювання певної БАР потрібно враховувати при визначенні оптимальної концентрації добавки-збагачувача традиційного харчового продукту.

4.4. Технологічні аспекти збагачення харчових середовищ біологічно активними речовинами

Із попереднього матеріалу видно, що збагачення традиційних харчових середовищ вітамінами та іншими БАП – серйозна медична і технологічна проблема, оскільки змінюються властивості традиційних харчових продуктів, а значить, і традиційно століттями сформована структура харчування населення. Тому і здійснюватись виробництво таких продуктів може лише на основі **науково обґрунтованих і перевірених на практиці методів** (В. Спиричев зі співр., 2005).

До основних технологічних аспектів належать такі:

- при виборі традиційного середовища для збагачення і функціональних інгредієнтів у ролі збагачувачів необхідно враховувати такі чинники, як фізико-хімічна і органолептична сумісність між компонентами середовища і збагачувача; можливість простого способу введення функціональних інгредієнтів у продукт, його стабільність при виробництві функціонального продукту;

- збагачення харчових продуктів функціональними інгредієнтами не повинно погіршувати споживчі властивості готових продуктів, тобто зменшувати вміст і засвоюваність інших нутрієнтів, що входять до складу харчових середовищ; істотно змінювати аромат, свіжість продуктів, скорочувати термін їхнього зберігання;

- борошно і хліб доцільно збагачувати вітамінами групи В, оскільки вони зберігають певну стабільність під впливом високої температури в процесі випікання. З цієї ж точки зору вітамін С для збагачення борошна і борошняних виробів не варто використовувати. Включення невеликих кількостей аскорбінової кислоти у вітамінні і вітамінно-мінеральні суміші для збагачення борошна має інші, чисто технологічні цілі: відомо, що аскорбінова кислота прискорює дозрівання борошна і поліпшує хлібопекарські властивості готових виробів;

- доцільно для збагачення харчових середовищ використовувати спеціальні, доступні для засвоєння організмом людини форми вітамінів і мінеральних елементів, які мають більший термін зберігання і не вступають у небажані взаємодії між собою та з іншими компонентами збагачуваного продукту в процесі його виробництва і наступного зберігання.

З використанням подібних форм розроблено і виробляються готові вітамінні і вітамінно-мінеральні суміші, так звані **премікси**, для безпосереднього збагачення харчових середовищ.

Використання готових преміксів істотно полегшує технологічний процес виробництва збагачених харчових продуктів, дає змогу уникнути можливих помилок і неприпустимих комбінацій при складанні рецептур.

Крім того, виробнику в цьому випадку не потрібно закуповувати кожен збагачувальний компонент окремо (а їхнє число часто досягає 5...10 і більше найменувань), до того ж ризикуючи, що ці компоненти можуть виявитись несумісними за розміром часток, розчинності і цілого ряду інших показників.

Використання премікса, в якому всі внесені компоненти ретельно змішані один з одним, забезпечує значно більш рівномірний їх розподіл у

всій масі збагачуваного продукту, ніж при роздільному внесенні кожного із збагачуючого компоненту.

Використання готових сумішей, склад яких гарантується їхнім виробником, дозволяє контролювати процес збагачення за одним-двома компонентами премікса, тоді як при внесенні збагачувальних компонентів зокрема необхідно здійснювати аналітичний контроль за рівномірністю розподілу кожного із них;

- при збагаченні традиційних харчових продуктів мікроелементами слід пам'ятати, що велике значення має не лише концентрація мікроелементів, а й сполука, у вигляді якої ми додаємо їх до харчових середовищ. На сьогодні незаперечним є факт, що лише органічна форма мікроелементів забезпечує високий ступінь їх засвоюваності живим організмом.

Характерним прикладом є літературні дані з ефективності засвоєння організмом тварин селену, введеного в органічній і мінеральній формах, наведені у таблиці 4.1).

Таблиця 4.1. Результати накопичення селену, введеного у різних формах, в органах тварин

Se в раціоні, мг/кг	Se у тканинах печінки, мг/кг	Se в раціоні, мг/кг	Se у тканинах печінки, мг/кг
Добавки селеніту натрію (H_2SeO_3)		Добавки селенометіоніну	
0,04	0,18	0,04	0,22
0,14	0,40	0,14	0,30
1,00	0,60	1,00	1,20
5,00	0,86	5,00	4,90
10,00	1,62	10,00	9,30

Тобто, при введенні селену у вигляді селенометіоніну він накопичується в живому організмі майже в 10 разів інтенсивніше;

- **наступний аспект** пов'язано з оптимальним вибором стадії внесення БАР у збагачувані продукти, оскільки забезпечення максимальної їх збереженості (насамперед вітамінів) значною мірою залежить від правильності вибору стадії їхнього введення в харчову масу в ході технологічного процесу.

При цьому варто враховувати вид збагачуваного продукту й технологію його виробництва; наявність технологічного устаткування для введення добавок у харчове середовище; властивості збагачуючого компонента; вид упаковки й фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів тощо.

Як правило, БАР доцільно вводити в харчове середовище після жорсткого технологічного оброблення (високотемпературна випічка, екструзія, інтенсивне отримання збивних мас тощо). При виробництві консервованих продуктів з метою дотримання правил промислової

стерильності збагачуючі добавки, навпаки, доводиться вводити в продукт перед термічним обробленням.

Таким чином, перш ніж вибрати стадію, на якій уводиться збагачувальна добавка, **необхідно ретельно вивчити весь цикл виробництва збагачуваного продукту**, починаючи від стадії надходження сировинних компонентів на склад виробника до моменту постачання готового продукту споживачеві.

Одним з найважливіших чинників, що впливають на вибір стадії внесення збагачувачів (як окремих субстанцій, так і у вигляді преміксів), є їхня стабільність. Відомо, що збереженість вітамінів та їхня біологічна активність залежать як від властивостей самих нутрієнтів, так і від виду технологічного впливу.

Так, наприклад, вітаміни А, D і B₆ втрачають свою стабільність під впливом світла й кисню повітря; вітамін С та вітамін B₁ (тіамін) є термолабільними сполуками; вітаміни С, B₁, B₂ і пантотенова кислота руйнуються в лужному середовищі тощо.

Отже, при збагаченні харчових продуктів варто вибирати такі стадії технологічного процесу, які забезпечують:

- рівномірний розподіл функціонального інгредієнта у всій масі збагачуваного продукту;
- гарантований вміст нутрієнта у фіксованому об'ємі, масі або одиничному виробі;
- простоту внесення мікрокількостей збагачуючої добавки до харчової основи;
- зведення до мінімуму негативного впливу окремих стадій технологічного процесу на лабільні компоненти біодобавки.

Таким чином, для конструювання нових харчових продуктів, збагачених необхідними БАР, існує **ряд підходів, науково обґрунтованих і апробованих** у провідних країнах світу.

Збагачення традиційних харчових середовищ БАР є одним із найбільш економних способів подолання мікронутрієнтного дефіциту у раціонах харчування населення будь-якого рівня достатку. Саме цей шлях може бути реалізований з **мікровитратами**, а в результаті принести **макропереваги** для всіх споживачів.

Привабливим є також той факт, що у сфері отримання нових видів харчових продуктів можуть знайти своє місце і великі підприємства, які виробляють **продукти масового вжитку**, і приватні виробники, які працюють зі **спеціалізованими продуктами** (дієтичними добавками, харчуванням для спортсменів, для дітей, людей похилого віку).

Важливим медичним і технологічним критерієм вибору БАР для збагачення харчових середовищ є **доведений їхній позитивний вплив** на ті чи інші органи або системи організму людини. Розглянемо це положення на прикладі використання ®-каротину для збагачення харчових продуктів.

Ця сполука надзвичайно широко розповсюджена в природі, і її досить легко отримувати в промислових умовах. З однієї молекули β -каротину в організмі людини утворюється дві молекули вітаміну А.

Донедавна каротиноїди використовували головним чином як барвники. Однак виявлено, що вони підвищують захисні сили організму проти радіонуклідного опромінення, онкологічних хвороб, тобто мають антиканцерогенні властивості. Вчені розробили ряд препаратів β -каротину, які використовують для збагачення різних харчових продуктів:

- концентрат β -каротину порошкоподібний;
- олія рослинна з 0,1 % β -каротину;
- розчин β -каротину спиртовий;
- розчин β -каротину в олії;
- барвник каротиновий;
- 30 %-ний розчин β -каротину;
- екстракт β -каротину в олії.

Зараз дуже популярними є два **каротиноїди** – **лютеїн** та **зеаксантин**, тому що зі всіх понад 600 природних каротиноїдів тільки ці два мають здатність проникати у тканини ока. Зазначені каротиноїди широко використовують для отримання функціональних хлібобулочних виробів (β -каротин при високих температурах зберігається на 40...50 %).

ВИСНОВКИ

1. Світ харчових технологій постійно змінюється. І перед харчовою промисловістю України вже стоїть завдання не збільшити обсяг продукції, а створити і довести до столу споживача продукти з оздоровчими властивостями завдяки наявності в них оптимальних концентрацій біологічно активних речовин.

2. Спостерігається тенденція до збільшення виробництва і продажу низькокалорійних продуктів з пробіотиками та пребіотиками; продуктів з добавками плодово-ягідної сировини, хлібопекарських виробів з підвищеним вмістом харчових волокон; зростає виробництво різноманітних харчових добавок. Розширення спектру такої продукції є основою виробництва збагачених харчових продуктів.

3. Виробництво збагачених харчових продуктів потребує розроблення і комбінування спеціальних інгредієнтів у вигляді комплексів біологічно активних речовин. Вирішувати такі завдання під силу технологам нового покоління з широким спектром спеціальних знань, які й становлять основу науки, що інтенсивно розвивається, – фармаконутриціології.

4. Ряд нових продуктів, популярних на Заході, з'являються і на вітчизняному ринку. Особливо це стосується харчових біодобавок. Вітчизняні науковці та практики повинні орієнтуватись на те, щоб не тільки забезпечити своє населення оздоровчою продукцією, а й зробити її експортно-орієнтованою.

5. Широкомасштабна апробація розроблених українськими та зарубіжними вченими збагачених біологічно активними речовинами харчових продуктів підтвердила їхню ефективність у поліпшенні нутрієнтного статусу та здоров'я людей, що дозволяє рекомендувати такі продукти для раціонів харчування як у домашніх умовах, так і в організованих колективах, у якості найбільш надійного масового оздоровчого напрямку.

6. Знання про те, як правильно захистити організм за допомогою харчових продуктів від несприятливих зовнішніх впливів, постійно розвиваються, уточнюються, створюються препарати з надзвичайно тонкою фармакокінетикою – це так звані selective delivery systems, тобто системи, котрі вибірково постачають дієтичні добавки, біологічно активні речовини саме в ті органи та системи організму, де вони найпотрібніші.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Сформулювати загальні вимоги до розроблення нових збагачених продуктів.

2. Запропонувати алгоритм отримання дієтичної добавки з рослинної сировини з її подальшим використанням.

3. Назвати основні технологічні чинники, які необхідно враховувати при розробленні рецептур нових продуктів.

4. Сформулювати основні підходи до сучасних методів контролю за безпекою сировини, напівфабрикатів, готової продукції.

5. Описати основні методологічні засади (етапи) створення збагачених харчових продуктів.

6. Сформулювати та прокоментувати технологічні аспекти збагачення харчових основ біологічно активними речовинами

Лекція 5. Поліфункціональні збагачувачи рослинного походження для збагачення харчової продукції

План лекції

5.1. Комплексні поліфункціональні збагачувачі: природні джерела та способи отримання

5.2. Обґрунтування вибору БАР рослинної сировини для збагачення харчових середовищ

5.3. Виробництво поліфункціональних збагачувачів методом заморожування рослинної сировини

5.4. Алгоритм виробництва поліфункціональних збагачувачів (дієтичних добавок) з рослинної сировини

Література: [1] с.110-138.

5.1. Комплексні поліфункціональні збагачувачі: природні джерела та способи отримання

У попередніх матеріалах йшлося про збагачення харчових середовищ окремими групами вітамінів, мінеральних елементів, вітамінно-мінеральними комплексами (преміксами), окремими амінокислотами тощо.

Разом з тим, у розпорядженні технологів є сьогодні надзвичайно ефективні композиції, які містять одночасно і вітаміни, і мінеральні елементи, і амінокислоти, і харчові волокна, і інші БАР.

Це природні біодобавки з плодоовочевої та лікарської сировини, що їх завдяки хімічному складові називають поліфункціональними біодобавками, або комплексними поліфункціональними збагачувачами.

Уже зазначали, що вітаміни, фенольні сполуки, ароматичні речовини та інші БАР сьогодні визнано могутніми регуляторами гомеостазу, які забезпечують здоров'я, зміцнення імунітету та профілактику багатьох хвороб, а їх джерелом є різна рослинна сировина.

За даними ЮНЕСКО, в міжнародному прогнозі «Харчування. ХХІ століття» розроблення і використання в харчових продуктах та в раціонах рослинних біодобавок з високим вмістом БАР визнано превалюючим напрямом.

Наприклад, за статистичними даними, потреба в рослинних збагачувачах у вигляді порошків в Україні складає понад 1,5 млн. т на рік. У зв'язку з цим, актуальною проблемою є розроблення технологій та обладнання для виготовлення нового покоління оздоровчих продуктів та вітчизняних дієтичних добавок із рослинної сировини у порошкоподібному вигляді з підвищеним вмістом вітамінів та інших БАР і їх використання для збагачення харчових середовищ з метою підвищення імунітету та зміцнення здоров'я.

Саме продукти рослинного походження посідають у наш час одне із провідних місць у структурі продовольчих асортиментів. Рослинна сировина – джерело водо- і жиророзчинних вітамінів, амінокислот, мінеральних сполук, харчових волокон. Рослинні джерела білку є найбільш масштабними ресурсами для одержання його харчових форм. Ліпіди рослинного походження відзначаються високим рівнем біологічно активних поліненасичених жирних кислот, фосфатидів і практично не містять холестерину.

Завдяки особливостям біохімічного складу рослинної сировини, вона **незамінна у створенні харчових композицій для лікувально-профілактичного харчування** при широкому спектрі захворювань. Комбінуючи рослинні харчові інгредієнти з м'ясною, молочною та іншою харчовою продукцією, можна створити різноманітні продукти поліфункціональної дії із заздалегідь визначеними властивостями й фізіологічними ефектами.

З різноманітних видів рослин особливо перспективною для одержання оздоровчої продукції є вуглеводмісна сировина. Саме вуглеводи в рослинних організмах відіграють провідну роль. Вони є

попередниками більшості сполук і кількісно перевищують інші складники рослинних матеріалів. Вуглеводи – важливий компонент їжі людини, їхній вміст у добовому раціоні харчування повинен становити понад 60 %.

Сьогодні не викликає сумніву доцільність і необхідність використання для збагачення харчових середовищ природних комбінацій біоактивних сполук рослинної сировини, які здатні підтримувати в організмі людини оптимальний ступінь насичення всіх тканин необхідними біологічно активними речовинами і які, що надзвичайно важливо, еволюційно входять до раціону харчування людини.

Єдиною незручністю у роботі з рослинними поліфункціональними біодобавками є те, що свіжа рослинна сировина – сезонний продукт, і для можливості цілорічного її використання сировину необхідно консервувати.

Є різні способи консервування. Їхню ефективність оцінюють перш за все за вмістом збережених вітамінів. Вони потрібні людині цілорічно. Тому літньо-осінні місяці традиційно вважаються періодом заготівель вітамінної плодоовочевої продукції.

Дослідження ефективності різних методів консервування рослинної сировини дали можливість визначити місце кожного із них з точки зору збереження у готових продуктах вітамінів.

Перше місце посідає **заморожування**, що забезпечує збереження вітамінів на 90 %. Що заморожувати? Полуниці, суниці, черешні, малину, смородину, вишні, агрус, груші, персики, абрикоси, сливи, спаржеву квасолю, кукурудзу, зелений горошок, болгарський перець, щавель, помідори, баклажани, моркву, цвітну капусту. Що нижча температура заморожування, то більше вітамінів збережеться.

На **другому місці** – **квашення**, при якому зберігається 70 % вітамінів. Що квасити? Капусту, яблука, огірки, помідори, перець, баклажани. Заквашувати рекомендовано сировину з досить високим вмістом цукрів. Чим менше цукрів в овочах, тим менше в процесі заквашування виділятиметься молочної кислоти і менш стійкими будуть овочі при зберіганні.

Третє місце за ефективністю консервування належить сушінню, при якому, залежно від температурного режиму, можна зберегти понад 60 % вітамінів. Йдеться про температури сушіння не вище 45...50 °С. Хоча зараз і в домашніх умовах при використанні спеціальних сушарок цю температуру можна знизити до 20...30 °С. Такої температури достатньо, щоб добитись поступового випаровування вологи і заодно запобігти розвитку шкідливих мікроорганізмів. Процес триває 15...18 годин, висушені овочі чи фрукти мають залишкову вологість 10...12 % і можуть зберігатись без додаткової втрати вітамінів та якості протягом 6...9 місяців.

У промислових умовах найбільш ефективним є вакуум-сублімаційне сушіння, яке забезпечує практично повне збереження у сухому продукті всіх цінних біокомпонентів сировини, в тому числі вітамінів. Особливістю такого методу сушіння є те, що спочатку сировина заморожується рідким азотом або іншим холодоагентом до температури –35...–40 °С. При цьому вся вільна

вода (а її в плодоовочевій сировині більш ніж 80 %) переходить у тверду фазу – лід, який згодом при певному розрідженні сублімується, тобто трансформується з твердого стану відразу у пароподібний, минаючи рідку стадію. І саме завдяки цій особливості у сублімованих продуктах зберігаються всі компоненти сировини, повністю зберігається смак, аромат, запах, структура.

Сьогодні й у найближчі десятки років вакуум-сублімаційний спосіб зневоднення сільськогосподарської сировини є і буде **єдиним методом** отримання високоякісних поліфункціональних збагачувачів зі всім комплексом харчових і біологічно активних речовин, синтезованих природою.

Таким способом можна сушити будь-які матеріали.

Четверте місце варто віднести солінню сировини, оскільки при цьому зберігається 45...55 % вітамінів. Що солити? Огірки, моркву, цибулю, кріп, петрушку, щавель, кінзу, перець, гриби тощо. Вимиту сировину ріжуть на шматки, складають у ємність і густо пересипають кам'яною сіллю. Ця суміш дуже добре зберігається всю зиму, у ній не втрачаються вітаміни і смак. Коли концентрація солі становить понад 10 % розсолу, практично всі мікроорганізми припиняють свою життєдіяльність.

На **п'ятому місці** стоїть метод консервування **зацукровуванням**, при якому у продукті зберігається 35...40 % вітамінів. Що зацукровувати? Лимони, смородину, малину, полуниці, суниці, чорниці, обліпиху. Це досить простий метод консервування і гідна альтернатива варенню. Висока концентрація цукру не дає змоги мікробам розмножуватись. Щоб зацукровувати ягоди, їх треба перебрати і вимити, подрібнити й засипати цукром із розрахунку 1,5...2 кг цукру на 1 кг ягід. Потім розкласти суміш у банки, закрити кришками і поставити в холодне місце.

Поєднання цього методу з першим (заморожуванням) розкриває широкі перспективи створення ефективної технології отримання широкого спектру високоякісної плодоовочевої сировини з подовженим терміном зберігання, в якій цукор або інші органічні сполуки виконують роль так званих **кріопротекторів**, тобто речовин, що захищають стінки ягід, плодів, овочів тощо від ушкоджуючої дії кристалів льоду при заморожування.

Завдяки цьому при розморожуванні продукції відсутнє витікання клітинного соку, а отже, і втрати біологічно активних речовин. Структура розморожених плодів, ягід, залишається неушкодженою, має привабливий товарний вигляд, високі органолептичні показники.

Найменш доцільним способом консервування є **стерилізація** попередньо підготовленої сировини. З 50-х років минулого століття і донині його широко використовують українські господині, мабуть, не усвідомлюючи, що стерилізація руйнує практично всі вітаміни сировини. Більш того, консервовані овочі ще й містять агресивну для слизової оболонки шлунку і кишечника оцтову або ацетилсаліцилову кислоту.

Таким чином, сучасні технології і відповідні види обладнання дають можливість якісно і в найкоротші терміни переробити на цінні продукти і напівфабрикати все те рослинне багатство, яке вирощується в Україні, і забезпечити населення впродовж року високовітамінною продукцією оздоровчої дії, в тому числі поліфункціональними збагачувачами.

Основною вимогою до сушіння рослинної сировини, яка розглядається в якості багатого джерела БАР, необхідно процес вести таким чином, **щоб** у сухих продуктах зберегти весь комплекс сировини; **щоб** вони зберігались тривалий час без погіршення якості; і **щоб** їх можна було швидко відновлювати (якщо йдеться про порошкоподібні матеріали) у воді перед додаванням до традиційних харчових середовищ.

Цим вимогам найбільшою мірою відповідає сублімаційне (низькотемпературне, кріогенне) сушіння. Роботи з кріогенних технологій сьогодні інтенсивно ведуться у промислових країнах світу. За даними ЮНЕСКО, пріоритетним методом консервування харчових продуктів у III-му тисячолітті буде холод у всіх його модифікаціях.

На сьогодні кріогенна технологія – єдина, яка дає можливість повністю зберегти у готовому продукті весь природний біокомплекс необхідних організмові людини сполук. Такі технології за кордоном використовуються уже протягом 40...60 років. В Україні аналогічні розробки розпочалися з 90-х років минулого століття.

Отримання сублімованих біодобавок із найрізноманітніших видів рослинної сировини шляхом кріогенної технології включає оброблення сировини рідким чи пароподібним азотом з подальшою сублімацією закристалізованої води та подрібненням сухого матеріалу до необхідної дисперсності.

Такий спосіб перероблення рослинної сировини є найбільш ефективним і доцільним, оскільки лише при кріогенному зневодненні повністю використовуються потенційні можливості рослинної сировини як джерела тих незамінних компонентів, котрі необхідні людям усіх вікових категорій.

Сублімовані продукти зберігають практично всі властивості сировини: колір, запах, смак, вітамінний, ферментний та мікроелементний склад, кількість екстрактивних речовин тощо; вони швидко (протягом 2...5 хв.) відновлюються у водному середовищі.

Промислове використання кріотехнології у виробництві сухих напівфабрикатів є перспективним у зв'язку із наступними перевагами: маса висушених продуктів складає 8...10 % від початкової, що дає значну економію при далеких перевезеннях; продукти сублімаційного сушіння протягом кількох років зберігаються у відповідній упаковці при звичайних температурах, всі БАР зберігаються на 90...100 %.

При безпосередньому вживанні чи у вигляді дієтичних добавок вони можуть широко використовуватись і для постачання спеціальних контингентів, у тому числі космонавтів, туристів, спортсменів,

військовослужбовців; сублімовані продукти можна реалізувати в торгівельних установах, не обладнаних холодильниками.

Методом кріотехнології автори підручника отримали порошки з різних видів рослин.

Для деяких рослинних порошоків наведено склад мінеральних речовин у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Вміст мінеральних елементів у рослинних сублімованих порошках, мг / 100 г

Мінеральні елементи	Рекомендована норма споживання, мг / доба	Морква	Кропива	Шипшина
K	4000	1280 (35)	1020 (25)	680 (17)
Ca	800	230 (30)	1580 (200)	910 (113)
Mg	400	225 (55)	775 (195)	175 (43)
P	1200	250 (21)	450 (37)	190 (16)
Na	2000	70 (3)	5 (0,3)	13 (0,7)
Cu	2	0,4 (17)	1,2 (60)	3,5 (173)
Fe	10 (ч) 20 (ж)	3 (31) (15)	24 (240) (120)	23 (230) (115)

Примітка: у дужках наведено процент забезпечення рекомендованої норми споживання.

З даних таблиці видно, що усі кріопорошки, особливо морквяний, забезпечують рекомендовану норму споживання калію на 17...35 %; порошок кропиви забезпечує добову потребу в кальції на 200 %, шипшини – на 113 %; порошок кропиви забезпечує також добову потребу в магнії на 195 %, у залізі – на 240 % (для чоловіків) і на 120 % (для жінок).

Таким чином, природа створила надзвичайно багаті джерела різноманітних БАР. І завдання технолога полягає в тому, щоб уміло і найбільш ефективно їх використати.

5.2. Обґрунтування вибору БАР рослинної сировини для збагачення харчових середовищ

На ранніх стадіях розвитку людської цивілізації головним джерелом харчування та лікування були рослини. Збираючи різноманітні коріння, трави, плоди, наші предки втамовували голод і позбавлялись від страждань, яких завдавали їм різні хвороби.

Поступово, з розширенням спектру рослин, які використовувала людина, було помічено, що деякі із них заспокоюють біль чи допомагають при розладі функцій окремих органів. Життєва необхідність змусила людство вивчати цілющі властивості рослин. І першим учителем його стала Природа, а першою аптекою – ліси та поля.

Тому лікування за допомогою рослин сягає глибокої давнини. Воно відіграло провідну роль у роботах таких видатних медиків Стародавнього світу, як Гіппократ, Авіценна, Діоскорид, Гален. Історія медицини свідчить про те, що в результаті накопичення інформації саме щодо народних засобів лікування за допомогою рослин поступово сформувалась сучасна наукова медицина.

Медицина XVI-XVII ст. ґрунтувалась переважно на рослинних ліках і на нечисленних хімічних препаратах. Розквіт природної медицини тривав до XIX ст. Друга половина XIX ст. – це період синтезу перших органічних препаратів, котрі поступово замінили рослинні ліки. Здавалось, перемога хімії назавжди витіснить із ужитку рослини та препарати на їхній основі.

Та цього не сталося. Саме життя нагадало нам, що ми – діти Природи, що відхід від неї негативно позначається на нас самих, насамперед на нашому здоров'ї. Людство укотре пересвідчилося, що у системі «людина – природа – здоров'я» провідна роль у підтриманні здоров'я належала, належить і належатиме рослинному світові у всьому розмаїтті його харчових та лікарських видів.

Бо у єдиному ланцюгу життя рослинні матеріали – ланка не лише необхідна, а найбільш споріднена із живим організмом. У ході тривалої еволюції людина якнайкраще пристосувалася до рослинного світу, тому рослинна їжа та рослинні ліки легко та природно включаються до процесу її життєдіяльності.

Сучасна людина володіє величезним арсеналом різноманітних лікарських засобів (антибактеріальних, стимулюючих, регулюючих тощо), однак при цьому далеко не завжди здатна вийти переможницею у боротьбі за здоров'я. Стали загальновідомими факти токсичної дії різних синтетичних сполук. З'явився навіть термін “медикаментозне забруднення” навколишнього середовища. Неймовірно зросла алергізація.

І тому рослинний світ знову став об'єктом численних досліджень. Їхні результати свідчать про те, що лікарські препарати та дієтичні добавки, отримані із сільськогосподарських рослин та лікарських трав, є найбільш безпечними і дуже рідко викликають небажані побічні ефекти. Статистика свідчить: за останні роки майже 40 % фармацевтичних препаратів отримують із рослинної сировини, а частка їх у лікуванні серцево-судинних, нервових, шлунково-кишкових захворювань складає 70...80 %.

Якими ж особливостями відзначається рослинна сировина і на чому ґрунтується її вибір у якості джерела поліфункціональних збагачувачів?

Першою, найважливішою особливістю сільськогосподарських та лікарських рослин є наявність у них біологічно активних речовин, яким притаманна лікувальна дія. Багатовіковий досвід народної медицини використовує клінічна медицина, хоча біологічно активні речовини рослин поки що вивчені далеко не повністю. Проте лікувальні властивості рослинних матеріалів, як уже зазначалось, легко пояснити: в процесі еволюції на Землі рослини постійно впливали на тваринний світ і завдяки

БАР брали найактивнішу участь у формуванні фізіологічних процесів живих організмів.

Біологічно активні речовини рослин належать до найрізноманітніших хімічних класів органічного та неорганічного світу. Що багатший раціон рослинною їжею, зеленню, овочами, фруктами, травами, то більше шансів на нормальне здоров'я, успішне лікування та профілактику багатьох захворювань. Ця якість рослин пов'язана з тим, що вони містять вітаміни, без яких організм людини не може існувати, мінеральні сполуки, які беруть участь у всіх процесах обміну речовин тощо.

У процесі росту рослини синтезують величезну кількість біологічно активних сполук: безазотисті речовини – крохмаль, цукри, глікозиди, спирти, альдегіди, кетони, жири, ефіри, ефірні олії, целюлозу, таніни, органічні кислоти тощо; азотовмісні сполуки – алкалоїди, білки, аміди, нуклеїнові кислоти, ферменти, вітаміни, гормони тощо. Для синтезу усіх цих сполук необхідні вода, кисень, водень, вуглець, азот, фосфор, сірка, залізо, кальцій, магній, калій, натрій та інші елементи.

Саме в рослинних матеріалах біологічно активні речовини перебувають у такому оптимальному співвідношенні, що вони одразу і повністю включаються у метаболізм людського організму, справляючи на нього позитивні фізіологічні впливи. Так, у чорній смородині співвідношення концентрацій аскорбінової кислоти та біофлавоноїдів становить 1 : 1,5, що є оптимальним із точки зору науки для цих БАР.

Відомо, наприклад, що свіжі овочі та продукти з них є сильними стимуляторами виділення шлункового соку і сприяють більш повному перетравленню і засвоєнню організмом білків, жирів та вуглеводів рослинних і тваринних продуктів. Особливо збуджують процес шлункового травлення огірковий, морквяний, капустияний соки, кава, тоді як картопляний сік гальмує виділення шлункового соку. Все це враховується в лікувальному харчуванні.

Збуджують виділення травних соків груші, виноград, вишні, персики, порічки, апельсини, а черешня, агрус, малина, абрикоси цей процес гальмують.

Багато рослин – солодка гола, чабрець, буряки, виноград, смородина – містять сапонін гліцеризин (суміш калієвих і кальцієвих кислот гліцеризинової кислоти), що має протизапальну, спазмолітичну та сечогінну активність. Ці ж рослини містять комплекс флавоноїдів, що характеризуються здатністю регулювати функціональний стан стінок капілярів, поліпшувати мікроциркуляцію та обмінні процеси в судинній стінці. Вони підвищують опірність організму до зовнішніх негативних чинників, у тому числі до іонізуючої радіації. В останні роки виявлено протипухлинну активність флавоноїдів.

Другою важливою особливістю сільськогосподарських та лікарських рослин є те, що їх складові компоненти за хімічною структурою подібні або навіть ідентичні фізіологічно активним речовинам організму людини,

зокрема його метаболітам (амінокислоти, вітаміни, ферменти тощо). Тому компоненти таких рослинних продуктів активніше включаються в біохімічні процеси людського організму, ніж синтетичні, чужорідні.

Наприклад, основна діюча біологічна активна сполука таких рослин, як наперстянка, конвалія, грейпфрут – серцеві глікозиди (дигітоксин та гітоксин) – за хімічною структурою є похідними стеролів-метаболітів організму. Тому серцеві глікозиди є унікальним засобом для лікування серцевої недостатності, а склянка грейпфрутового соку перед сніданком – запорука бадьорості та молоджавого вигляду до глибокої старості.

У листі чаю, в каві та какао, просі містяться кофеїн і теобромін. Лікувальний ефект цих БАР при деяких захворюваннях, у тому числі і серцево-судинних, і їхня низька токсичність зумовлені тим, згадані сполуки є похідними ксантину – складової частини білку. Тому для заспокоєння нервової системи, при вегето-судинній дистонії, серцевій недостатності, коронарокардіосклерозі, стенокардії приходить на допомогу слабо заварена кава, чай з м'ятою, супи та каші із пшона.

Метаболічний (природний) характер біологічно активних речовин рослин сприяє синтезу природних чинників захисту організму від вірусів, хвороботворних бактерій, попереджуючи виникнення захворювання або сприяючи легшому його перебігові. Так, лікування від застуди, грипу, бронхіту, запалення легенів проходить легше та ефективніше, коли заварювати та пити настій калини, квіти липи, їсти кашу із гречаних крупів, моркву та цибулю. А до комбінованого протизастудного препарату “Інфлюцид” входять БАР шести рослин; протизапальні препарати фірми “Ейкос” містять комплекс сполук прополісу, кореня солодки, лопуха, хвощ, шавлію, ромашку, вітамін С тощо.

Третьою особливістю рослин є те, що вони рідше викликають ускладнення, алергічні реакції, на відміну від медикаментів. БАР рослин, нормалізуючи функцію окремих органів, позитивно впливають на обмін речовин у організмі. Тому їх можна призначати для тривалого вживання.

Четвертою особливістю рослинної сировини є наявність у ній комплексу БАР із найрізноманітнішим виявом фармакологічної активності, що сприяє ефективному лікуванню широкого спектру захворювань і майже не спричиняє негативної побічної дії на організм.

Рослини та продукти з них відіграють неоціненну роль у забезпеченні організму людини мінеральними речовинами, які відповідають в організмі за підтримання кислотно-лужної рівноваги. Рослинні корми є основним джерелом поживних речовин і для тварин. Тому, незважаючи на багатоманітність природних умов, сільськогосподарські рослини і тварини загалом мають подібний елементарний хімічний склад.

Рослини синтезують і нагромаджують відповідні, притаманні тільки їм мікроелементи, без яких неможлива нормальна життєдіяльність людського організму. У буряках, наприклад, багато заліза, в моркві – кобальту, в листі капусти – заліза, міді, цинку, в червоному перці – міді тощо.

Солі органічних кислот (яблучної, лимонної, винної, нікотинової, щавлевої, бензойної), що входять до складу фруктів, овочів, ягід, лікарських твар, мають лужну реакцію, тому вони нейтралізують кислі продукти, що утворюються в організмі. Ця властивість має величезне значення, оскільки сприяє підтриманню стабільності кислотно-лужної рівноваги.

Багато рослин та продуктів із них відносяться до адаптогенів, які підвищують опірність організму до зовнішніх негативних чинників (женьшень, елеутерокок, лимонник, пророщене зерно). Це зумовлено наявністю в цих рослинах глікозидів, органічних солей сірки, фосфору, магнію, заліза, кальцію, калію, натрію, марганцю, кремнію, вітамінів С, Е, В₁, В₂, ненасичених жирних кислот, а також таких БАР, як ефірні олії, холін, цукри (глюкоза, фруктоза, мальтоза), які добре засвоюються тканинами організму.

П'ятою особливістю рослин є те, що вони являють собою невичерпне джерело для отримання складних за хімічною структурою гормональних та інших препаратів. Так, справжнім скарбом виявилася багаторічна рослинна *діоскорея*, що росте на Кавказі. Кореневище її містить БАР – стероїдний сапонін *діосцин*, який регулює виділення гормонів кори надниркової залози та їхніх аналогів, а також для отримання статевих гормональних препаратів.

Шостою особливістю рослин є те, що встановивши хімічну структуру природних БАР і вивчивши їхні лікувальні властивості, вчені мають можливість синтезувати аналогічні медикаменти. Це дозволяє одержувати такі сполуки синтетичним шляхом у великій кількості. Наприклад, з надземної частини маку отримали алкалоїд *папаверин*, який синтезували в заводських умовах і використовують як гіпотензивний та спазмолітичний засіб. Ще приклад: відомо, що до складу рослин входить амінокислота *цистеїн*. Розроблено методи синтезу цистеїну, введено до його структури ацильну групу і таким чином отримано ефективний протикашлевий засіб «Ацетилцистеїн» (АСС). У великих кількостях отримують синтетичним способом аскорбінову кислоту та інші вітаміни.

І, нарешті, **сьома особливість рослин**. Рослинні збагачувачі, отримані з сільськогосподарської та лікарської сировини, можна комбінувати з синтетичними компонентами (наприклад, аскорбіновою кислотою, β-каротином тощо). В таких випадках спостерігається взаємне посилення фізіологічної дії.

Таким чином, рослини – культивовані і дикорослі – надзвичайно складні структури, що містять біологічно активні сполуки, поживні компоненти та інші чинники, котрі, працюючи у взаємодії, відновлюють живі тканини та органи. Саме тому рослини та продукти з них можуть бути використані не лише як харчові, а й як лікарські засоби для лікування та профілактики хвороб.

Головні напрями використання біологічно активних речовин рослинної сировини: очищення та детоксикація організму; протидія фізичним впливам хвороби; стимуляція власних захисних можливостей організму; зміцнення

здоров'я шляхом підвищення тонусу органів; забезпечення необхідними речовинами крові, органів та тканин організму людини.

5.3. Виробництво поліфункціональних збагачувачів методом заморожування рослинної сировини

Людство завжди відчувало і відчуватиме дефіцит повноцінних харчових продуктів. Особливо не вистачає зараз продуктів з високим вмістом вітамінів, антиоксидантів, есенціальних мікроелементів, клітковини тощо.

Однак просте збільшення вживання їжі не може вирішити цих проблем, оскільки потрібно враховувати адекватність надходження енергії її витратам. Тому сучасне харчування повинне відповідати основним положенням науки про харчування, новітнім принципам оздоровчого харчування, що і визначає стратегію розвитку вітчизняної харчової промисловості, одним із важливих напрямів якого є виробництво свіжозамороженої продукції як для безпосереднього вживання, так і для збагачення різних харчових основ.

Високоякісні заморожені продукти можна виробляти лише із високоякісної сировини, а зберегти у готовій продукції увесь вітамінний комплекс дає можливість сучасна технологія заморожування, що ґрунтується на інноваційних підходах у техніці та технології заморожування, а також на принципах здорового харчування.

Із попередніх матеріалів зрозуміло, що якість фруктів, ягід, овочів залежить від виду, сорту, умов вирощування та збирання врожаю, транспортування і зберігання сировини.

Більшість перспективних видів плодоовочевих матеріалів, рекомендованих для заморожування, було визначено вченими СРСР ще в 50-і роки минулого століття і перевірено при промисловому заморожуванні сировини на підприємствах трестів «Головхолодпром» та «Головконсерв».

На жаль, наступні десятки років характеризувались зниженням уваги до випуску замороженої продукції, і тому сьогодні дослідники більшість питань мають вирішувати заново.

Це стосується і вибору сировини, найбільш придатної до заморожування та зберігання. Доводиться заново вивчати біохімічний склад різних культур, оскільки дані, наведені в літературі 50-70-х років минулого століття, значною мірою відрізняються від сьогоденних. Десятки років використання різноманітних штучних добрив, отрутохімікатів, техногенні катастрофи призвели до збіднення ґрунтів на основні мінеральні елементи і насичення токсичними металами.

Тому навіть у межах однієї технології необхідно вносити певні корективи, виходячи із біохімічного складу сировини.

5.3.1. Вивчення зміни основних біохімічних показників ягід малини різних сортів при заморожуванні

Розглянути ретельно склад та поведінку всіх біологічно активних речовин широкого спектру рослинних культур у межах однієї роботи неможливо, та й не має сенсу. Досить показати на якійсь одній культурі зміни, які відбуваються при заморожуванні та зберіганні певного виду рослинного матеріалу, щоб оцінити належною мірою ті перетворення, котрі відбуваються в ході цих процесів.

Такі зміни ми показали, взявши за об'єкт дослідження ягоди малини. Ця культура – одна із найбільш розповсюджених на всій планеті. Серед декількох сотень видів загальну увагу привертає червона малина. Вважають, що в Європі перші культурні різновиди малини з'явилися лише в XVI ст., а через 200 років – в Америці. Їх вивели з дикої лісової малини. Однак і досі багато споживачів віддають перевагу лісовій малині. Вона має явні переваги перед своїми сородичами: більш ароматна, має менший вміст води і тому її легше заморожувати і сушити.

Сучасна медицина визнає високі лікувальні властивості компонентів малини. Її використовують як жарознижуючий та потогінний засіб, використовують у вигляді сиропів для поліпшення смаку ліків.

Однією із основних властивостей малини є її здатність лікувати захворювання серцево-судинної системи, передусім зміцнювати стінки кровоносних судин. І це не дивно. Адже, за даними різних авторів, загальний вміст біофлавоноїдів у ягодах малини складає від 780 до 1390 мг%, в тому числі антоціанів 270...420 мг%, катехінів 95...170 мг%, лейкоантоціанів 55...90 мг%. Антоціани є основою червоного, фіолетового, синього, бордового, рожевого забарвлення.

А. Троян та І. Борух вивчали дикорослу малину в Карпатських горах і виявили, що кількість біофлавоноїдів залежить від висоти знаходження рослини над рівнем моря, збільшуючись пропорційно висоті.

У малині також міститься багато пектинових речовин, вітамінів, солей калію, кальцію, магнію, фосфору, заліза. Це ставить малину в ряд найбільш цінних ягід.

Ми обрали для дослідження декілька сортів малини: Мальборо, Волжанка, Шпанка, Мічуринська, Вічноплодюча.

Для проведення експериментів із заморожування ягоди сортували, проводили інспекцію, мили, підсушували у повітряному потоці. Потім заморожували розсипом у низькотемпературній морозильній камері у повітряному середовищі методом «шокового» заморожування при температурі -35°C та інтенсивному перемішуванні повітря до досягнення в центрі продукції температури -18°C .

Заморожені ягоди закладали в поліетиленові пакети з товщиною плівки 40...50 мкм місткістю 0,5 кг з наступною герметизацією термозварюванням. Ягоди зберігали в пакетах при температурі -18°C протягом 6 місяців. Температуру замороженої продукції заміряли напівпровідниковим вимірювачем температури.

Метою цієї частини роботи є порівняльна характеристика основних груп біологічно активних речовин (БАР) ягід малини до і після заморожування для визначення рівня їх можливих витрат. Вірогідність розбіжності між сортами підтверджено на 5%-му рівні значущості. Отримані дані наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.. Порівняльна характеристика різних сортів ягід малини сирі і свіжозамороженої

Сорт	Сума цукрів		Сума кислот (за яблучною)		Аскорбінова к-та, мг%		Біофлавоноїди, мг%	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Мальборо	6,29	6,58	2,48	2,40	41,4	37,8	1397,0	1284,0
Волжанка	7,35	6,74	2,05	1,88	58,2	48,2	1194,0	988,0
Шпанка	6,78	7,48	1,96	2,06	49,6	42,4	1205,0	1148,0
Мічуринська	7,94	7,05	1,98	2,08	68,5	68,0	1554,0	1578,0
Вічно Плодюча	8,46	7,94	2,15	1,95	70,8	69,5	1432,0	1404,0

**Примітка: 1 – свіжі ягоди малини; 2 – заморожені ягоди малини*

Аналіз табличних даних показує, що обрані для досліджень сорти малини містять достатню кількість органічних кислот (у полуницях, наприклад, їх утричі менше), що надає продуктам поживної і біологічної цінності; цукри; певну концентрацію аскорбінової кислоти і біофлавоноїдів. Деякі сорти малини містять вітаміну С більше, ніж цитрусові. Це сорти “Вічноплодюча”, “Мічуринська” та “Волжанка”.

Досить вражаючим виявився факт наявності значної кількості біофлавоноїдів у всіх сортах малини практично на рівні цього показника у ягодах чорної смородини. Найбільш С-вітамінні сорти малини містять і біофлавоноїдів у більших кількостях (1554,0 і 1432,0 мг%).

Заморожування практично не змінює вмісту у ягодах цукрів, органічних кислот, золи. Як і слід було очікувати, в основному ці зміни стосуються вітамінного комплексу. Так, різні сорти малини по-різному реагують на холодний вплив. І якщо сорт “Мічуринська” втрачає всього 0,7 % аскорбінової кислоти, то в сорті “Волжанка” втрати становлять уже 17,2 %, а в сорті “Шпанка” – 14,5 %.

Здатністю до холодних адаптацій і протистояння кріошкодженням сорти складають такий ряд:

Мічуринська > Вічноплодюча > Мальборо > Шпанка > Волжанка.

Біофлавоноїди теж піддаються окислювальним процесам при заморожуванні, тому у заморожених ягодах значний процент втрат (17,3 %) виявлено знову ж таки у сорті “Волжанка”, а в інших сортах знаходиться в межах 2...8 %.

Таким чином, ягоди малини є багатим природним джерелом біофлавоноїдів, завдяки чому їх необхідно широко використовувати у виробництві високовітамінних харчових продуктів та біологічно активних

добавках до їжі. Разом з тим, з цієї точки зору слід звернути увагу на дикорослі плоди і ягоди. Є відомості, що дикоросла чорниця містить майже 3000 мг % біофлавоноїдів, кизил – до 2350 мг %, барбарис – до 7000 мг % (Є. Іванова зі співр., 1997).

5.3.2. Вивчення змін основних біохімічних показників ягід смородини різних сортів при заморожуванні та зберіганні

На сьогодні відомо понад 50 сортів чорної смородини, що культивується і вирощується в Україні. Для проведення досліджень ми обрали сорти смородини, що, за літературними даними, відзначаються найбільшим вмістом аскорбінової кислоти. Це такі сорти: “Неаполітанська”, “Єдина”, “Находка”, “Лія плодюча”, “Чемпіон Примор’я”.

У вибраних сортах смородини визначали вміст основних показників і отримані дані систематизували у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Біохімічний склад свіжих ягід смородини різних сортів

Сорт	Вміст сухих речовин, %	Загальна кількість цукрів, %	Вміст інвертно-го цукру, %	Вміст вітаміну С, мг %	Кислотність, %
“Неаполітанська”	14,2±0,03	6,1 ± 0,04	5,2 ± 0,04	220±0,09	3,32±0,06
“Єдина”	12±0,08	6,0±0,03	5,1±0,06	215±0,08	3,58±0,09
“Находка”	11,4±0,02	4,8±0,06	4,6±0,07	198±0,3	3,36±0,001
“Лія плодюча”	14±0,07	5,4±0,02	4,8±0,05	284±0,1	3,78±0,05
“Чемпіон Примор’я”	9±0,05	4,5±0,07	4,0±0,03	245±0,02	3,70±0,02

З даних таблиці видно, що ягоди смородини вирізняються багатим хімічним складом. Загальна кількість цукрів коливається від 4,5 до 6,1 за масою ягід. Цінним є те, що понад 90% загального вмісту цукрів складає інвертний цукор, причому переважає фруктоза, а глюкози значно менше.

Вміст вітаміну С коливається від 198 до 284 мг %, хоча в літературі зустрічаються дані, за якими вміст аскорбінової кислоти досягає 1000...1500 мг %. Разом з тим, слід зазначити, що для будь-яких сортів смородини максимальну кількість вітаміну С містять незрілі ягоди. В міру їхнього досягання С-вітамінна активність знижується і різко падає для перестиглих ягід.

Тому для отримання дієтичних добавок та поліфункціональних збагачувачів із підвищеним вмістом аскорбінової кислоти доцільно в якості її природного джерела обирати недозрілі ягоди.

Багатим на аскорбінову кислоту є лист смородини, зібраний після цвітіння (до 500 мг %), тому його теж можна використовувати для отримання С-вітамінних добавок.

Кислотність ягід смородини коливається від 3,32 до 3,78 % (за органічними кислотами). В основному це лимонна, яблучна, шавлева, кавава кислоти.

Відомо, що в нинішніх несприятливих екологічних умовах велике значення надається таким компонентам харчових продуктів, які підвищують адаптаційні можливості організму людини.

У розв'язанні проблеми створення харчових продуктів та дієтичних добавок із рослинної сировини, у розширенні спектру поліфункціональних збагачувачів адаптогенної дії, у тому числі порошкоподібних, значна роль відводиться відбору сорту сировини, призначеної для заморожування.

Це наочно простежується, наприклад, при оцінюванні ягід смородини. Вибрані сорти мають вирізнитись передусім високим вмістом сполук-адаптогенів, тобто вітамінів С, біофлавоноїдів, органічних кислот та інших БАР. Вони повинні бути придатними до тривалого зберігання, мати інтенсивне забарвлення, виражені смако-ароматичні характеристики.

У свіжому вигляді високовітамінні ягоди смородини, обрані нами для досліджень, відзначаються високими смаковими якостями і мають дегустаційну оцінку від 4,7 до 4,9.

За органолептичними характеристиками і високим співвідношенням аскорбінової кислоти та біофлавоноїдів до таких сортів ягід смородини слід віднести наступні: Солодкоплідна, Голубка, Велетень, Каскад.

При попередніх дослідженнях заморожування різних сортів ягід зазначені вище сорти зазнали найменшого негативного впливу низьких температур, в результаті чого дегустаційні оцінки знизились лише до 4,2...4,5 балів.

У ягодах смородини сорту Каскад загальна дегустаційна оцінка складає 3,4 бали.

Через 3 місяці зберігання у ягід сорту Каскад дегустаційна оцінка знизилась ще більше і становила 3,0 бали – в основному, за рахунок погіршення зовнішнього вигляду (розтріскування і побуріння ягід) та консистенції м'якоті.

Було відзначено ще такий факт: у процесі заморожування змінюються переважно зовнішній вигляд і забарвлення, а в процесі зберігання – аромат, смак, консистенція м'якоті.

У вибраних чотирьох сортах ягід смородини визначили вміст основних біокомпонентів: аскорбінової кислоти, біофлавоноїдів та органічних кислот. Отримані дані наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. Біохімічний склад ягід смородини різних сортів

Сорт	Вміст аскорбінової кислоти, мг%	Вміст біофлавоноїдів, мг%	Вміст органічних кислот, г%
Солодкоплідна	285 ± 0,04	2346 ± 0,2	3,8 ± 0,006
Голубка	224 ± 0,06	1994 ± 0,04	4,2 ± 0,004
Велетень	315 ± 0,03	3234 ± 0,1	4,6 ± 0,003
Каскад	162 ± 0,04	1744 ± 0,3	3,6 ± 0,002

Аналіз табличних даних свідчить про те, що за складом БАР перші три сорти ягід смородини є ефективним джерелом і аскорбінової кислоти, і біофлавоноїдів, і органічних кислот.

Для розроблення технології отримання заморожених та сухих біодобавок із зазначених видів сировини необхідно вивчити зміни їх хімічного складу при заморожуванні, оскільки подальше сублімаційне сушіння не погіршує якості замороженої сировини і продуктів з неї.

Після сортування, миття і підсушування дослідних зразків ягід кожен із сортів розділяли на 3 частини і заморожували їх різними способами:

- 1 – повільно у холодильній камері при температурі $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2 – у швидкоморозильній камері при температурі $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 3 – зрошуванням рідким азотом при температурі його кипіння $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Всі зразки ягід заморожували до досягнення у центрі ягід температури $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Отримані результати наведено у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5. Зміни якісних показників ягід смородини при заморожуванні різними способами

Сорт	Вміст біокомпонентів, мг%								
	Вітамін С, мг%			Біофлавоноїди, мг%			Органічні кислоти, г%		
	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-196\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-196\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-196\text{ }^{\circ}\text{C}$
Солодко-плідна	262	270	285	2120	2224	2260	3,3	3,6	3,8
Голубка	210	216	220	1810	1880	1990	3,2	3,8	4,1
Велетень	236	278	310	2866	2958	3258	4,1	4,2	4,6

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що різні температури заморожування по-різному впливають на ступінь збереження у заморожених ягодах основних біокомпонентів, які надають їм адаптогенних, імуномодулюючих властивостей.

Так, в режимі заморожування при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ для всіх сортів ягід смородини відзначено зменшення вмісту основних біокомпонентів: для сорту Солодкоплідна аскорбінової кислоти на 8,1 %, біофлавоноїдів на 9,7 % і органічних кислот на 17,2 %.

При температурі заморожування $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ для цього ж сорту вміст аскорбінової кислоти зменшився на 5,3 %, біофлавоноїдів – на 5,27 %, органічних кислот – на 5,3 %.

При заморожуванні за температури $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ вміст аскорбінової кислоти не зменшився, вміст біофлавоноїдів зменшився на 3,67 %, вміст органічних кислот теж не змінився.

Отже, при заморожуванні при $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ спостерігається максимально повне збереження усіх досліджуваних біокомпонентів сировини. І ці дані відповідають результатам досліджень інших авторів, оскільки при такому надшвидкому заморожуванні формуються дуже дрібні кристали льоду, які не

ушкоджують структуру тканин ягід і зберігають у якісному та кількісному відношенні усі компоненти. Однак для практичного використання можна зупинитись і на температурі заморожування $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, оскільки при розробленні нової технології важливим є й економічний чинник.

Істотним є факт збереження вмісту органічних кислот майже на рівні вихідної сировини, тому що одним із необхідних критеріїв споживчої цінності плодово-ягідних заморожених напівфабрикатів є наявність органічних кислот, цукрів і їх гармонійне співвідношення, яке називають **глюкоацидометричним показником**.

Таким чином, високий ступінь збереження біологічно активних речовин при заморожуванні сировини пояснюється сповільненням біохімічних реакцій за рахунок виходу вологи зі сфери хімічних реакцій при фазовому переході **вода-лід** і пригнічувальній дії низьких температур на мікроорганізми.

Зміни вмісту біохімічних компонентів у дослідних зразках при заморожуванні і зберіганні можна пояснити індивідуальною реакцією біологічних об'єктів на низькі температури. Така реакція є результатом численних чинників, серед яких – якісний біохімічний склад ягід чорної смородини, вміст вільної і зв'язаної води та їхнє співвідношення, макро- і мікроструктурні зміни, що порушують цілісність структури ягід, тощо.

Харчова і біологічна цінність заморожених ягід залишається високою (порівняно з сировиною) за рахунок збереження натуральних біологічних, смако-ароматичних, поживних властивостей. Тому швидкозаморожені ягоди смородини і отримані з них напівфабрикати є біологічно цінним продуктом, котрий можна використовувати як для безпосереднього вживання, у вигляді дієтичних добавок до їжі, для збагачення різноманітних традиційних харчових середовищ із метою корегування структури раціону харчування у будь-яку пору року.

Завдяки високому вмістові біологічно активних сполук-адаптогенів (аскорбінової кислоти, біофлавоноїдів, органічних кислот) швидкозаморожені напівфабрикати з ягід чорної смородини можна рекомендувати в якості профілактичного харчування для поліпшення роботи імунної системи та підвищення адаптаційних можливостей організму людини до несприятливих впливів довкілля.

Завершальний етап технологічного процесу отримання заморожених плодів та овочів – їх зберігання. Цьому процесові слід приділяти велику увагу, бо погіршення смакових, ароматичних і харчових властивостей продукту часто відбувається саме при неправильному зберіганні.

Більшість дослідників вважають, що для зберігання заморожених плодів необхідною є температура $-15\text{...}-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а відносна вологість повітря – $95\text{...}98\%$. Рекомендовано регулярно, не рідше ніж один раз на місяць, визначати якісний стан замороженої продукції. Наші дослідження переконливо доводять, що плоди, оброблені спеціальними розчинами, при зберіганні за температури $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ навіть через 6 місяців не втрачають високих

якісних показників; зберігання при -8 та -12 °C дає змогу підтримувати високу якість заморожених плодів протягом не більше ніж двох місяців.

Реалізацію заморожених плодів проводять або для їх безпосереднього вживання, або використовують у якості поліфункціональних збагачувачів для виробництва морозива, киселів, кондитерських виробів, овочевих сумішей для приготування супів, рагу, соусів тощо.

З метою доведення до споживача заморожених плодів та овочів у хорошому стані необхідно, щоб роздрібна торговельна мережа була обладнана ізотермічними холодильними шафами та прилавками з температурою, не вищою ніж -12 °C, що забезпечить короткочасне зберігання продукту.

Розморожені плоди та овочі зберігаються не більш ніж добу. Повторне їх заморожування категорично забороняється для запобігання розвитку небажаних мікробіологічних процесів.

При змішуванні заморожених плодів за певною рецептурою можна отримати дуже смачні фруктові асорті, що відрізняються від звичайних фруктових компотів, консервованих при високих температурах, своїм натуральним смаком, ароматом і високим вмістом вітамінів.

Дефростовані плодово-ягідні напівфабрикати є цінними високовітамінними збагачувачами молочних середовищ при виробництві морозива, йогуртів, смузі, різноманітних фруктових соусів; компонентами безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, нектарів, неосвітлених соків тощо.

5.4. Алгоритм виробництва поліфункціональних збагачувачів (дієтичних добавок) з рослинної сировини

Особливості технологічних форм поліфункціональних збагачувачів або дієтичних добавок дають можливість виробляти їх на підприємствах харчової, фармацевтичної і біотехнологічної промисловості. При цьому головна умова – наявність спеціалізованих цехів чи ізольованих ділянок. Залежно від виду сировини, готових форм і цільового призначення, дієтичні добавки як комплекс БАР умовно розділяють на 7 груп (Я. Ландайс зі співр., 1999), хоча з розвитком нових технологій можуть з'являтися й інші групи.

Першу, кондитерську групу добавок можна розглядати як перехідну, оскільки продукція, що в неї входить, може також бути віднесена не тільки до дієтичних добавок, а й до збагачених продуктів. Сьогодні дієтичні добавки випускають у вигляді карамелі, пастилок, желе, батончиків, мармеладу, льодяників. Фактично ці форми – класичні кондитерські вироби, до складу яких вводять вітаміни, мікроелементи, рослинні компоненти. Виробництво таких дієтичних добавок може здійснюватись на кондитерських фабриках чи в кондитерських цехах.

До другої (безалкогольної та слабоалкогольної) групи належить продукція, яку виготовляють із свіжої чи висушеної рослинної сировини на безалкогольній основі чи з вмістом алкоголю до 15 %. Ця продукція

випускається в рідкому вигляді і розфасовується в пляшки чи флакони. До цієї групи відносяться соки, сиропи, еліксири, бальзами, настоянки, біококтейлі.

До третьої (чайної) групи відносяться форми, які випускаються у вигляді зборів, чаїв, гранул, порошоків. Готова форма упаковується в коробочки, баночки, пакети, фільтр-пакети, брикети. Особливість даної групи полягає в тому, що її отримують винятково з природної сировини без наповнювачів і допоміжних речовин. Виробництво продукції даної групи може здійснюватись на фармацевтичних підприємствах, чаєрозжувальних фабриках і в спеціалізованих цехах.

Четверта група (концентрати) являє собою дієтичні добавки, які випускають у сухому вигляді і які містять, окрім концентратів основних компонентів, допоміжні речовини та наповнювачі. Основні компоненти можуть бути рослинного, мінерального походження, а також неорганічні чи органічні речовини, в тому числі синтетичного походження, які вводяться до складу біодобавок як у рідкому, так і в сухому вигляді. Готові форми – порошки, настоянки, рідкі екстракти, таблетки, драже, капсули, гранули, брикети. Ця група дієтичних добавок зовні схожа на лікарські препарати.

До п'ятої (олієжирової) групи входять олійні екстракти, рослинні олії, чистий або з добавками риб'ячий жир та інші продукти, збагачені різними БАР. Готові форми – олії та жири. Їх упаковують у флакони або капсулюють для зручнішого вживання.

Шоста (мікробіологічна) група характеризується наступним. Дієтичні добавки, які містять живі або зруйновані клітини мікроорганізмів, випускають у вигляді порошоків, гранул, таблеток; упаковують в ампули чи флакони різної місткості.

Сировиною для виробництва пробіотиків слугують чисті культури чи асоціації живих клітин біологічно активних штамів біфідобактерій, лактобацил та інших симбіотичних мікроорганізмів. Важливий аспект виробничого процесу – це дотримання строгої стерильності на всіх етапах технологічного циклу.

Ампули з сухими порошками запаюють під вакуумом, флакони закупорюють в атмосфері інертного газу. Для таблетування до сухого напівфабрикату додають лактозу, тальк, стеарат кальцію чи магнію. Упаковка повинна забезпечувати цілісність препарату без доступу повітря. Сухі препарати дріжджів випускають у вигляді порошоків, гранул, таблеток, які фасують у пакети, баночки чи в інші види упаковок.

До сьомої групи входять продукти, що потребують особливих вимог виробництва і мають різні технологічні форми:

- сіль харчова та морська, збагачена мікроелементами та іншими біологічно активними речовинами, упакована в пакети чи баночки;

- до меду різних сортів додають біологічно активні речовини у складі різних композицій рідкої чи порошкоподібної консистенції – прополіс, маточне молочко, квітковий пилок, екстракти женьшеню, лимоннику,

родіоли рожевої тощо; мед упаковують у банки, баночки та іншу тару для роздрібної торгівлі.

Вибір групи і форми, в якій виробляють дієтичні добавки або поліфункціональні збагачувачі, залежить від тих завдань, що стоять перед виробником (вікової групи споживачів, складу дієтичних добавок, способу введення до них активних компонентів тощо).

5.4.1. Низькотемпературне сушіння ягід чорноплідної горобини

Режим низькотемпературного сушіння ягід горобини і кінетику видалення вологи показано на рис. 5.1.

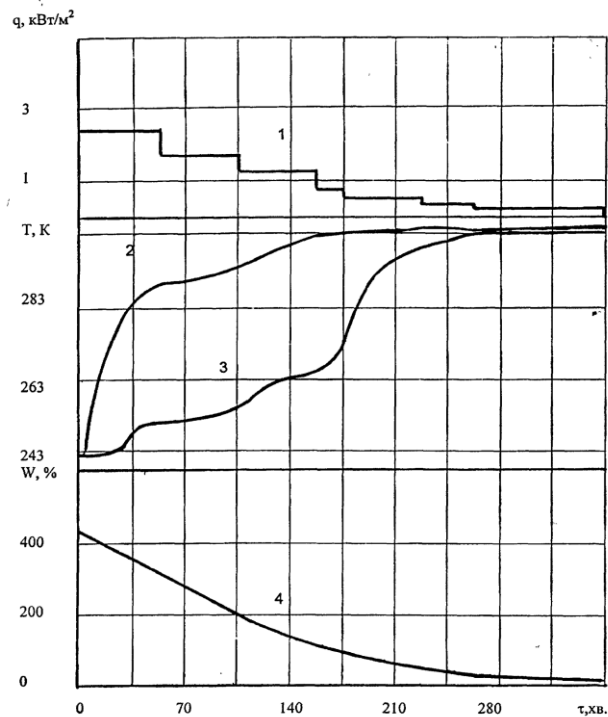


Рис. 5.1. Режими низькотемпературного сушіння ягід чорноплідної горобини: 1 – питомий тепловий потік; 2 – температура поверхні матеріалу сушіння; 3 – температура всередині матеріалу сушіння; 4 – залишкова вологість.

Як бачимо з рисунка, величина питомого теплового потоку із зменшенням вологості продукту зменшується, оскільки в такому разі менше витрачається тепла на конденсацію вологи. У процесі низькотемпературного сушіння інтенсивність підведення тепла регулюється залежно від температури повітря в сушильній камері, на поверхні та в центрі об'єкта сушіння. Оптимальна величина теплового потоку в даному разі складає 1,5...1,8 кВт/м². Режим підведення тепла до матеріалу східчастий: від максимального на початку сушіння (1,8 кВт/м²) до мінімального в кінці сушіння (0,2 кВт/м²). Дослідження показали, що такий спосіб інтенсифікує процес випаровування води і запобігає можливому перегріванню поверхневого шару об'єкта сушіння.

При досягненні рівноваги температури всередині і на поверхні матеріалу процес сушіння закінчується. Подальше проведення сушіння

економічно недоцільне, оскільки відбувається незначне зниження вологовмісту, а теплові затрати не знижуються. Це характеризує крива 4 (по вологовмісту), згідно з якою зміна вологовмісту відбувається по експоненціальному закону: залишкова волога різко зменшується при великій різниці внутрішньої та зовнішньої температур продукту; при досягненні рівноваги зниження вологи незначне. Із експериментальних кривих видно, що процес сушіння триває 250...280 хв. і завершується при температурі 40 °С. Залишкова вологість складає 9...11 %. Оскільки сухі порошкоподібні продукти повинні мати залишкову вологість не вищу ніж 15 % (з метою їх тривалого зберігання), ми визначили експериментальним шляхом залежність величини залишкової вологості від температури і тривалості сушіння. Отримані дані наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6. Залежність величини залишкової вологості ягід від температури і тривалості сушіння

Тривалість сушіння, хв.	Температура, °С			
	10	20	30	40
35	40±0,36	38±0,92	36±0,74	28±0,39
40	38±0,19	36±0,15	32±0,45	24±0,61
50	30±0,62	27±0,48	20±0,33	14±0,50
60	25±0,48	22±0,55	15±0,58	10±0,17
80	21±0,68	14±0,22	10±0,17	9,5±0,26
120	18±0,17	10±0,45	9,6±0,51	9,2±0,38
170	10±0,46	9,4±0,18	9,1±0,22	8,4±0,51

На рис. 5.2 наведено принципову технологічну схему сушіння ягід чорноплідної горобини.



Рис. 5.2. Низькотемпературне сушіння ягід чорноплідної горобини

Для перероблення плодів і ягід низькотемпературним сушінням використовується свіжа і заморожена сировина.

ВИСНОВКИ

1. Єдиним безпечним способом корегування раціонів харчування населення України є збагачення традиційних харчових середовищ мінеральними елементами та вітамінами в оптимальній комбінації і оптимальних співвідношеннях. У медицині такий підхід називається «правилом дотримання рівноваги» і є фундаментальним поняттям.

2. У розпорядженні технологів є сьогодні надзвичайно ефективні композиції, які містять одночасно і вітаміни, і мінеральні елементи, і амінокислоти, і харчові волокна, і інші БАП. Це природні біодобавки з плодоовочевої та лікарської сировини, що їх завдяки хімічному складові називають поліфункціональними біодобавками, або комплексними поліфункціональними збагачувачами.

3. Завдяки особливостям біохімічного складу рослинної сировини, вона незамінна у створенні харчових композицій для лікувально-профілактичного харчування при широкому спектрі захворювань. Комбінуючи рослинні харчові інгредієнти з м'ясною, молочною та іншою харчовою продукцією, можна створити різноманітні продукти поліфункціональної дії із заздалегідь визначеними властивостями й фізіологічними ефектами.

4. Головні напрями використання біологічно активних речовин рослинної сировини: очищення та детоксикація організму; протидія фізичним впливам хвороби; стимуляція власних захисних можливостей організму; зміцнення здоров'я шляхом підвищення тонуусу органів; забезпечення необхідними речовинами крові, органів та тканин організму людини.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Дати поняття комплексних поліфункціональних збагачувачів як альтернативи штучним харчовим добавкам.

2. Дати порівняльну характеристику різним видам консервування сировини та встановити найбільш пріоритетні.

3. Навести (на конкретних прикладах) найважливіші особливості рослинної сировини як основи створення природних збагачувачів.

4. Навести (на конкретних прикладах) зміни біохімічних показників рослинних матеріалів при заморожуванні.

5. Сучасні способи заморожування для отримання поліфункціональних збагачувачів підвищеної біологічної цінності.

Лекція 6. Функціональне спрямування харчових продуктів, збагачених різними біологічно активними речовинами

План лекції

- 6.1. Продукти спеціального призначення
- 6.2. Харчові продукти як джерела енергії
- 6.3. Харчові продукти для запобігання «хворобам цивілізації»
- 6.4. Харчові продукти для запобігання порушенням обміну речовин
- 6.5. Харчові продукти для зміцнення імунної системи
- 6.6. Харчові продукти для поліпшення розумової діяльності
- 6.7. Харчові продукти для зниження впливу стресових ситуацій
- 6.8. Харчові продукти для активного довголіття

Література: [1] с.185-218.

6.1. Продукти спеціального призначення

Основна проблема України останнім часом у сфері міжнародної економічної співпраці – це інтеграція у глобальну систему економічних відносин. Це потребує, перш за все, гармонізації асортиментної політики у галузі харчової продукції.

Сьогодні на світовому ринку реалізуються такі продукти:

- інноваційні харчові продукти (novel or innovation foods);
- готові до вживання страви (ready-to-eat);
- продукти, виготовлені за новими технологіями чи з нової сировини (novel food);
- продукти спеціального призначення.

Особливу увагу привертають **продукти спеціального призначення**.

Вони поділяються на такі групи:

- продукти для окремих категорій населення;
- продукти дієтичного (лікувального) призначення;
- продукти лікувально-профілактичного призначення.

Продукти спеціального призначення використовують у харчуванні дітей, людей похилого віку, спортсменів, космонавтів, вагітних; осіб, що мають певні захворювання, тощо.

Створенню таких продуктів **харчова наука приділяє особливу увагу**. Проводяться спеціальні наукові дослідження з метою виявити лікувальну та профілактичну роль окремих нутрієнтів або їхніх комплексів у запобіганні та лікуванні хвороб, у складанні оптимальних раціонів для окремих груп населення.

Спеціальні харчові продукти призначені для забезпечення нормальної життєдіяльності, задоволення потреби в окремих нутрієнтах для зазначених категорій споживачів. У будь-якому разі необхідний індивідуальний підхід до кожного споживача.

Наприклад, при створенні продуктів **для спортсменів** необхідно враховувати такі чинники:

- забезпечення організму енергією у кількості, що відповідає її витратам при підвищених фізичних навантаженнях;

- дотримання збалансованості харчування стосовно певних видів спорту та інтенсивності фізичних навантажень;
- вибір адекватних форм харчування у періоди інтенсивних тренувань при підготовці до змагань, у процесі змагань і подальшому відновленні організму;
- використання нутрієнтів для активізації і регулювання метаболічних процесів у різних органах;
- різноманітність їжі за рахунок використання широкого асортименту продуктів;
- включення до раціону біологічно повноцінних продуктів;
- використання харчових продуктів, що підвищують швидкість нарощування м'язів і збільшення сили, а також для регулювання маси тіла;
- індивідуалізація харчування залежно від фізіологічних та антропометричних даних спортсмена, його особистих смаків та уподобань.

Окрему групу спеціалізованих продуктів для спортсменів, військовослужбовців та інших спеціальних категорій складають продукти з високим вмістом білку, вітамінів, мінеральних сполук, інших незамінних нутрієнтів. Є також дієтичні продукти зі зниженим вмістом цукру, солі, жирів.

Окрім спеціальних, можна виділити й інші групи продуктів, призначені виконувати важливі функції в організмі людини, які забезпечуються наявністю певних біологічно активних речовин.

Розглянемо загальні підходи до створення таких продуктів.

6.2. Харчові продукти як джерела енергії

Дуже часто люди, в тому числі молоді, скаржаться на нестачу енергії та життєвих сил. Такі періоди трапляються протягом дня і будь-якої пори року. Тому **харчова наука пов'язує стани зниженого рівня енергії в організмі людини з особливостями її харчування.**

Обираючи продукти як джерело енергії, можна значно підвищити рівень життєвих сил і поліпшити самопочуття, нормалізувати рівень глюкози в крові і отримати запас енергії, необхідної для розумової та фізичної працездатності.

Річ у тому, що спожита їжа є сировиною для отримання енергії. Хоча процес перетворення компонентів їжі на енергію досить складний. В ньому виділили 4 основні етапи:

I етап – травлення. Спожита їжа потрапляє у шлунково-кишковий тракт, де під дією шлункового соку та травних ферментів, компоненти їжі розкладаються на складові: білки – до амінокислот, вуглеводи – до простих цукрів і жири – до жирних кислот. Усі ці утворені складові всмоктуються потім в кров і надходять до кожної клітини організму, живлячи їх необхідними сполуками.

II етап – оброблення компонентів їжі. Молекули нутрієнтів, що потрапили у кровотік, передусім надходять до печінки. Деякі сполуки розщеплюються в ній, а інші набирають форм, у вигляді яких використовуються для створення енергетичних ресурсів в організмі.

III етап – транспортування. Після оброблення харчових сполук у печінці вони з током крові переносяться саме у ті місця організму людини, де вони конче необхідні.

IV етап – обмін речовин. Процес «спалювання» компонентів їжі під впливом кисню для отримання енергії. Відомо, що 1 г білку та 1 г вуглеводів виділяють по 4 ккал енергії, а 1 г жиру – 9 ккал.

Процес виділення енергії відбувається в основних структурних елементах організму – в клітинах. Тіло людини складається із трильйонів клітин, кожна з яких здатна всмоктувати молекули нутрієнтів і використовувати їх у хімічних реакціях, що забезпечують виробництво енергії. Для ефективного плинущих процесів необхідно близько тисячі різних харчових сполук.

Якщо ж на якомусь із описаних етапів відбувається збій, процес виробництва енергії гальмується. Наприклад, порушення травлення може призвести до недостатнього всмоктування у кишечнику, що викличе нестачу енергії в організмі. Дефіцит будь-якої харчової сполуки негативно впливає на ефективність клітинних реакцій, в процесі яких виробляється енергія.

Отже, підтримання нашої системи виробництва енергії у належному стані безумовно залежить від здорового травлення, хорошої циркуляції крові і ефективності біохімічних процесів в організмі. І все це визначається якістю та структурою харчування.

Джерела енергії в організмі зберігаються у трьох основних формах. Складові цих форм та їхні функції у виробництві енергії наведено у таблиці 6.1.

Основні компоненти харчових продуктів, які забезпечують надходження в живий організм енергії – вуглеводи, жири, білки.

Таблиця 6.1. Джерела енергії та їхні функції

Джерела енергії	Функції в організмі
Цукор крові	Використовується для негайного виробництва енергії. Найбільш легкодоступне джерело
Глікоген	Легко перетворюється на цукор. Є резервом для поповнення запасів цукру у крові
Жир	Досить складно перетворюється на енергію. Є резервом на крайній випадок. Має найбільшу енергетичну цінність (9 ккал / г)

Перелік харчових продуктів, що містять значні кількості зазначених нутрієнтів, наведено у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. Вміст основних макронутрієнтів

Макронутрієнти	Кількість енергії, ккал / г	Харчові продукти
Вуглеводи	4	Хлібобулочні вироби, макарони, рис, картопля, кондитерські вироби, сухофрукти, бобові, мед
Білки	4	М'ясо, субпродукти, риба, молочні продукти, сири, яйця, бобові
Жири	9	Тваринні жири, рослинні олії, м'ясопродукти, молочні продукти

Слід зазначити, що під час фізичного навантаження рівень цукру в крові (а отже, і джерело енергії) поповнюється за рахунок глікогену у печінці і м'язах. Тому потрібно мати значний запас глікогену в організмі, а для цього необхідно споживати достатню кількість продуктів, що містять вуглеводи.

6.3. Харчові продукти для запобігання «хворобам цивілізації»

Шалений темп життя, несприятлива екологічна ситуація, постійні психоемоційні перенапруження призвели населення до так званих «хвороб цивілізації» – атеросклерозу, порушення обміну речовин, алергійних хвороб, серцево-судинних захворювань.

Серед них найбільшу загрозу являє саме остання категорія, оскільки у загальній смертності на серцево-судинні захворювання припадає понад 70 % і її називають «убивцею номер один».

Разом з тим, у нутриціології з'являється дедалі більше наукових даних про те, що для запобігання таким хворобам у сучасних умовах є різні способи. **Один із найбільш дійових – зміна харчових звичок та уподобань у бік раціонального, здорового харчування.** Тому дуже важливо знати, які харчові продукти корисні для серця, а які – шкідливі.

Однією із основних причин серцевих хвороб є підвищений вміст **холестерину** у крові. Причому його підрозділяють на «поганий» і «хороший».

«Поганий» холестерин відкладається в різних органах і тканинах, зокрема в судинах, закупорюючи їх. Це з часом призводить до атеросклерозу, інфарктів, інсультів.

«Хороший» холестерин сприяє видаленню жирів із організму, захищаючи судини від ушкоджень. Тому в продуктах має бути менше «поганого» холестерину і найбільше «хорошого». Це досягається вживанням оливкової, кунжутної, соняшникової, лляної олії, пшеничних або вівсяних висівків, морської риби.

Дуже корисними є природні антиоксиданти – вітаміни С, А, Е, мікроелемент селен. Вони містяться у свіжих овочах та фруктах, хлібові з цільних злаків, зародках пшениці.

Слід також остерігатись надмірного вживання солі. Останні дослідження фахівців нутриціології показали, що це призводить до підвищення тиску, судинних та серцевих хвороб.

Добова потреба в солі складає 4...8 г. Разом, з тим рекомендовано вживати альтернативні види солі. Наприклад, неочищену морську сіль, багату на різні мікроелементи; сіль з високим вмістом калію і низьким вмістом натрію. Є замітники солі, виготовлені на основі сушеного коріння і пряно-ароматичних рослин, які дають можливість майже повністю виключити використання звичайної солі.

6.4. Харчові продукти для запобігання порушенням обміну речовин

Значна частина населення страждає на порушення обміну речовин, одним із виявів якого є ожиріння, надлишкова маса тіла. Ця проблема характерна як для країн з високим рівнем економічного розвитку, так і для небагатих.

На початок третього тисячоліття вперше в історії людства кількість жителів нашої планети, що мають зайву вагу, перевищила один мільярд і, за іронією долі, зрівнялась із кількістю тих, хто потерпає від голоду.

Ожиріння може бути істотним чинником ризику серцевих хвороб, діабету, хвороб суглобів та деяких онкологічних захворювань. Окрім цього, такі люди мають серйозні психологічні проблеми і почуваються нещасними.

Різнманітні дієти приносять бажаний результат на дуже короткий час, а потім становище ускладнюється. Більш того, тривале дотримання дієт, які викликають початкове різке зниження маси тіла, спричиняють також небажані зміни – зменшення кількості м'язової тканини, падіння енергетичного рівня.

Тому від зайвої маси тіла необхідно позбавлятися **за допомогою розумного здорового харчування.** У схильності населення до ожиріння медицина нічого позитивного не вбачає: зайві кілограми, так само як і дистрофія, підвищують ризик небезпечних хвороб, знижують працездатність і ведуть до скорочення тривалості життя.

Як правило, і ожиріння, і дистрофія виникають з однієї і тієї ж причини – неякісне, нерациональне харчування. Велику роль відіграє також гіподинамія, тобто відсутність фізичних навантажень.

Недарма у США висунуто теорію п'яти «Т», яка неминуче веде до зайвої ваги та ожиріння – тахта, телевізор, техніка, транспорт, таблетки. І як тут не згадати героя Оскара Уайльда, котрий сказав: «Я готовий зробити все на світі, щоб повернути свою молодість і своє здоров'я, але тільки щоб не займатись гімнастикою, не вставати рано і не вести добродійний спосіб життя».

Група експертів Європейського товариства із вивчення причин порушення обміну речовин, атеросклерозу та інших серйозних недуг

сформували сім «золотих» правил раціону харчування, які допомагають запобігти виникненню усіх цих хвороб.

6.5. Харчові продукти для зміцнення імунної системи

Здорова імунна система захищає нас від небезпечних вірусів та бактерій. Якщо ж вона ослаблена, то ймовірність інфекційних захворювань різко зростає. Іншою важливою функцією імунної системи є запобігання онкологічним хворобам, смертність від яких у світі стоїть на 2-му місці після серцево-судинних. Імунна система постійно виявляє і руйнує патологічні клітини, котрі могли б перерости у ракові.

Дослідження фахівців нутриціології останніх років показали, що як недостатню, так і надмірну активність імунної системи можна скорегувати раціональним харчуванням.

Ряд продуктів містить нутрієнти, здатні стимулювати імунітет. Це можна використати для підвищення стійкості організму до інфекцій і боротьби проти онкологічних хвороб.

Ключову роль у посиленні імунітету відіграють такі нутрієнти:

- **вітамін С.** На сьогодні виявлено понад десяти імуностимулюючих ефектів вітаміну С, включаючи його здатність збільшувати синтез антитіл і швидкість дозрівання імунних клітин. **У найбільших концентраціях вітамін С міститься** у бананах, цитрусових, ягодах чорної смородини та чорноплідної горобини, ківі, зелених овочах тощо;

- **цинк** життєво необхідний для утворення та функціонування імунних клітин: наукові дослідження показали, що низький рівень цинку в організмі може призвести до ослаблення імунної системи. **Найбільш багаті на цинк** морепродукти, риба, цільнозернові продукти, насіння соняшника і гарбуза;

- **β-каротин** більшою мірою перетворюється в організмі на вітамін А. Вони допомагають захищати клітини імунної системи від ушкоджуючої дії великих концентрацій вільних радикалів, а також мають значні імуностимулюючі властивості. **Багато β-каротину міститься** в плодах і овочах жовто-оранжевого кольору, в обліпісі, листових овочах тощо.

У деяких наукових дослідженнях доведено, що підвищення рівня цукру в крові знижує ефективність імунної системи. Тому в раціонах харчування має бути якомога менше солодоців, борошняних кондитерських виробів, солодких напоїв. Навпаки, до раціонів харчування необхідно, наприклад, обов'язково вводити часник, який має протиінфекційну, противірусну, імуностимулюючу дію. Він найбільш ефективний при вживанні в їжу в сирому вигляді.

6.6. Харчові продукти для поліпшення розумової діяльності

Організм людини складається в середньому зі ста трильйонів клітин, і кожна з них постійно зайнята своєю справою. Одні клітини із простих речовин синтезують складні. Інші, навпаки, розщеплюють складні сполуки на простіші. Є клітини, які просто транспортують речовини, не змінюючи їх.

При цьому клітини не лише виконують свої функції, а ще й взаємодіють одна з одною, обмінюючись продуктами своєї діяльності.

Кожна клітина точно «знає», що їй потрібно отримати від інших клітин, чого і скільки передати іншим. Щосекунди в організмі відбувається тисячі біохімічних реакцій, узгоджених, цілеспрямованих.

Важко уявити, що якийсь один орган керує цими усіма процесами, досягаючи одночасної взаємодії трильйонів окремих клітин. Але він є – це мозок людини.

Він працює з надзвичайно низьким коефіцієнтом корисної дії, використовуючи лише 3...4 % своїх максимальних можливостей. Очевидно, решта 96...97 % містять ще невідомі можливості людини.

Для забезпечення нормальної працездатності мозок потребує близько 80 різних харчових сполук. Серед них найважливішою є глюкоза.

Глюкоза має бути не у вигляді рафінованого цукру, а у складі натуральних продуктів (овочів, фруктів, меду) та у вигляді полісахаридів (крохмалю – хліб, макарони, рис, картопля; глікогену – м'ясо, риба, птиця, печінка).

Не слід у великих кількостях споживати рафінований цукор (сахарозу), оскільки він швидко розкладається на глюкозу та фруктозу. Це легкозасвоювані вуглеводи, вони швидко потрапляють у кров, мозок живиться, але цей ефект швидко проходить і мозок знову голодує.

Якщо ж Ви вживаєте глюкозу у складі натуральних продуктів чи джерела складних вуглеводів, вони перетравлюються повільно (декілька годин), глюкоза протягом усього цього часу виділяється у кров, живить головний мозок.

Такий ефект тривалої дії називають пролонгованим.

Необхідним компонентом живлення мозку є також **білки**, бо саме в них містяться незамінні амінокислоти (триптофан, лізин, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, валін, метіонін, треонін), які входять до складу багатьох ферментів та необхідні для утворення гормонів і медіаторів нервової системи, що надають бадьорості.

У найбільших кількостях білки містяться у м'ясі, рибі, яйцях, сирі твердому, бобових, горіхах.

Мозок не може нормально функціонувати і без достатньої кількості вітамінів та мінеральних елементів. Серед них особливо важливими є такі:

- **вітаміни групи В** (особливо, В₁, В₁₂, В₆, фолієва кислота В₉);
- **вітамін С** (фрукти, овочі, соки);
- **вітаміноподібні речовини**: холін В₄ (молоко, варені яйця, зародки зернових, бобові).

- **мінеральні елементи:** хром, калій, магній, цинк, кальцій, залізо (свіжі овочі, продукти з цільного зерна, сухофрукти, особливо родзинки, курага, чорнослив; горіхи, молокопродукти).

Наводимо варіант раціону для подолання втоми:

1 шматок хліба з цільного зерна, 1 шматок твердого сиру, 1 варене яйце, 1 стакан фруктового соку або склянка йогурту.

Разом з тим, працюючи, не слід забувати про те, що **необхідно чергувати працю з відпочинком**. Організм потребує доцільного поєднання процесів працездатності та відновлення. Інакше невелике напруження (еустрес) від втоми з часом накопичується та переходить у дистрес.

Варіант раціону для підвищення працездатності мозку:

1 шматок хліба з цільних зерен, 100 г риби, 1 склянка овочевого соку (крім томатного).

Тепер зрозуміло, як підтримувати головний мозок у стані працездатності. Тільки не слід забувати про розумне чергування роботи та відпочинку, бо при тривалій розумовій діяльності концентрація уваги слабшає, і це цілком закономірно.

Якщо ж концентрація уваги порушується незалежно від тривалості навантаження, це означає, що в організмі не вистачає певних поживних речовин, а саме:

- вітамінів групи В (В₁, В₃, В₆),
- вітаміну С, оскільки саме він зберігає мозок молодим та працездатним,
- кальцію та фосфору, що забезпечують передачу нервових імпульсів між нейронами (джерела: молочні продукти, зелена капуста, горіхи, твердий сир). Максимальне засвоєння обох мінеральних речовин відбувається за дотримання їхнього співвідношення у продуктах 1 : 1,5.

Варіант раціону для підвищення концентрації уваги:

1 шматок хліба з цільних зерен з маслом, 1 склянка молока, 1 апельсин, жменя грецьких горіхів (не арахісу, бо останній містить багато жирів і в багатьох випадках є причиною харчового отруєння афлатоксином).

6.7. Харчові продукти для зниження впливу стресових ситуацій

Для заспокоєння нервової системи, окрім вітамінів групи В, необхідний магній, що забезпечує підтримання нормальної її функції (зменшує збудливість нейронів та гальмує передачу сигналів), а також бере участь у багатьох ферментативних реакціях.

Разом із кальцієм та міддю він відповідає за швидкість передачі імпульсів та за стабільність клітин. Магній захищає клітини від перезбудження стресовими гормонами (кортикостероїдами та глюкокортикоїдами), завдяки цьому підвищена знервованість та дратівливість минаються.

Магній у достатніх кількостях міститься у продуктах із цільних зерен (висівки), крупах, картоплі (під шкіркою), овочах, хлібі, горіхах, бобових, куразі, чорносливі, печінці.

А **міді багато** у печінці, яловичині, зерні, горосі, зелених овочах.

І тому як «швидку допомогу» для заспокоєння нервової системи доцільно з'їсти салат із рослинною олією, кілька шматочків малосольного оселедця (містить вітамін B₂), варене яйце, випити склянку мінеральної води.

6.8. Харчові продукти для активного довголіття

Усіх без винятку людей хвилює питання – як досягти довголіття? Ніхто не може похвалитись філософським спокоєм, коли постає проблема – скільки років ми проживемо.

Нарівні з тим, що ми хочемо жити довго, ми мріємо бути ще й здоровими. Без сумніву, ніхто не хоче провести роки свого, навіть довгого життя, прикутим до ліжка, не маючи життєвих сил для здійснення своїх задумів.

Більше всього пересічному громадянину не вистачає необхідної інформації: що таке вікові зміни, як вони виявляються і як можна подовжити тривалість активного життя.

А з тим, чого не знаєш, боротися неможливо. Наші лікарі займаються лікуванням окремих захворювань, а професійних геронтологів, які можуть розробити індивідуальну систему запобігання передчасної старості, дуже мало.

Навіть при нормальних якісних показниках організм може бути надзвичайно вразливим, а отже, не повністю здоровим. І справедливою є пропозиція академіка М.М. Амосова запровадити новий медичний термін **«кількість здоров'я» для позначення міри фізіологічних резервів організму.**

Наприклад, у людини в стані спокою через легені проходить 5...9 л повітря за хвилину. А добре натреновані спортсмени можуть пропускати через легені до 150 л повітря, тобто у 30 разів більше. **Це і є резерв організму.**

Так само є приховані резерви серця, нирок, печінки. Тому можна сказати, що **здоров'я – це кількість резервів в організмі, це максимальна продуктивність органів при збереженні якісних функцій.**

Здоров'я не існує саме по собі як раз дане, постійне і незмінне. Воно має потребу в ретельній турботі впродовж усього життя людини. В галузі медицини, нутриціології, фізіології зроблено багато відкриттів, що допомагають подолати важкі недуги і страждання людей; однак основа здоров'я лежить у нас самих. **І в першу чергу воно залежить від нашого способу життя, в якому 80 % припадає на характер і структуру харчування.**

Харчова наука розглядає організм людини як фізіологічний механізм, який упродовж усього життя піддається впливу таких основних чинників: поповнення харчовими сполуками; очищення від продуктів життєдіяльності; зношення та ослаблення функціональних органів.

Ці процеси відбуваються одночасно і безперервно, значною мірою вони сповільнюються у похилому віці.

Порушення зазначених процесів призводить до поступового ослаблення імунної системи, здатності організму до очищення і оновлення на клітинному рівні; починається різке або поступове старіння, для кожної людини індивідуальне.

І у сповільненні природного старіння, віддаленні старості, надзвичайно важливим чинником є оздоровче, раціональне харчування.

Лауреат Нобелівської премії початку ХХ століття Ілля Ілліч Мечников присвятив значну частину своїх досліджень боротьбі з передчасним старінням і вбачав головне зло для здоров'я людини в отруєнні її організму токсинами, які надходять з харчовими продуктами і утворюються при перетравлюванні неякісної їжі.

Уникнути цього можна, регулярно вживаючи кисломолочні продукти (йогурти), які містять молочнокислу паличку, названу «болгарською».

Сучасна вітчизняна промисловість випускає різноманітні йогурти, які містять живі культури і тому відзначаються високим оздоровчим впливом. Свіжі йогурти дарують здоров'я та довголіття.

Крім того, йогуртові культури синтезують велику кількість вітамінів групи В, що сприятливо впливають на обмін речовин і стабілізують нервову систему, підвищують опірність організму інфекціям та утворенню злоякісних пухлин.

Кефір, простокваша, йогурт та інші кисломолочні продукти стали популярними і незамінними у повсякденному харчуванні людей, які дбають про своє здоров'я і активне довголіття.

Схожу дію справляє й регулярне вживання невеликих доз сухого вина, оскільки бактерії та дріжджі, що зброджують цукри винограду та фруктів, так само згубно впливають на гнилісні мікроорганізми в товстому кишечнику, як і молочнокислі бактерії.

Всі зазначені якості кисломолочних продуктів, отриманих за сучасними технологіями і збагачених вітамінами та мікроелементами, належать до категорії оздоровчих продуктів, і **харчова наука рекомендує їх до вживання усім віковим категоріям населення.**

ВИСНОВКИ

1. Етапи виробництва енергії з їжі: Харчові продукти перетворюються на енергію через чотири основні етапи: травлення, обробка в печінці, транспортування до клітин і обмін речовин. Порушення на будь-якому етапі може призвести до енергетичного дефіциту в організмі.

2. Вуглеводи, білки та жири є основними джерелами енергії для організму, при цьому жири мають найбільшу енергетичну цінність (9 ккал/г).

3. Глікоген у м'язах та печінці служить резервом для поповнення рівня цукру в крові під час фізичних навантажень, тому важливо споживати достатньо продуктів з вуглеводами для його підтримки.

4. Здорове харчування може допомогти запобігти серцево-судинним захворюванням, атеросклерозу та іншим «хворобам цивілізації». Важливо обирати продукти, багаті на омега-3 жирні кислоти, антиоксиданти та вітаміни, і обмежувати споживання шкідливих жирів і солі.

5. Ожиріння та порушення обміну речовин можуть бути наслідком нераціонального харчування і призводити до серйозних захворювань. Здорове харчування є основним методом боротьби з цими проблемами, тоді як дієти можуть мати короткостроковий ефект, але не вирішують проблему надовго.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Сформулюйте основні етапи перетворення поживних речовин на енергію в організмі людини.

2. Поясніть, які компоненти харчових продуктів є основними джерелами енергії та як вони метаболізуються.

3. Обґрунтуйте, чому порушення травлення може спричинити дефіцит енергії на клітинному рівні.

4. Розкрийте взаємозв'язок між харчуванням і рівнем глюкози в крові, поясніть механізми регуляції глікемії.

5. Дайте визначення «поганого» та «хорошого» холестерину та поясніть їх вплив на серцево-судинну систему.

6. Назвіть продукти, що сприяють зниженню рівня «поганого» холестерину, та обґрунтуйте їхній позитивний вплив на організм.

7. Поясніть, яким чином надмірне споживання солі може впливати на серце та судини, зокрема на розвиток гіпертонії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сімахіна Г.О., Стеценко Н.О., Науменко Н.В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях: підруч. Київ: НУХТ, 2016. 455 с.

2. Тележенко, Л.М. Біологічно активні речовини фруктів та овочів та їх збереження при переробці [Текст]/Л.М. Тележенко, О.Т. Безусів. – Одеса: Optimum, 2004. – 268 с.

3. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В., Александров О.В., Лазарева Т.А., Коваленко В.О., Скуріхіна Л.А., Євлаш В.В. Нутриціологія: навчальний посібник. – Харків: Світ Книг. – 2013.– 560 с.

4. Павлоцька Л.Ф., Дуденко Н.В., Цихановська І.В., Александров О.В., Скуріхіна Л.А., Євлаш В.В., Аксьонова О.Ф. Нутриціологія: підручник. –

Харків: Світ Книг. – 2020. – 527 с.; іл.

5. Сімахіна Г. О., Українець А. І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування. Київ: НУХТ, 2010. 296 с.

6. Капрельянц, Л. В. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології [Текст] : підручник / Капрельянц Л. В., Петросьянц А. П. – Одеса : Друк, 2011. – 269 с.

7. Мікроелементи та здоров'я. / Методичний посібник для роботи в лабораторії / [укл. О. О. Коновалова, Г. П. Андрейко]. – Х. – ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 40 с.

8. Конспект лекцій з курсу «Біологічно активні сполуки» [Електронний ресурс]: для студентів спец. 181 «Харчові технології» (освітня програма «Технологічна експертиза та безпека харчової продукції») ден. та заоч. форми навчання / Уклад. Л. С. Гураль. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – Електрон. текст. дані: 176 с.

9. Капрельянц Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Цихановська Ірина Василівна
Александров Олександр Валентинович
Глуценко Анжеліка Андріївна

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Конспект лекцій
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня денної форми
здобуття освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта
(Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції
та харчові технології)»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 28.03.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 6,1. Обсяг 2,087 Мб. Зам. № 150/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна