

ТЕМА 7

**ВОДРОСТІ ЯК ПРИРОДНІ КОНЦЕНТРАТИ
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ
ЗБАГАЧЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

7.1. Унікальні властивості бурих водоростей та особливості їх використання для збагачення традиційних харчових продуктів

Море називають колискою життя. Морські водорості – найдавніші представники рослинного світу, родоначальники рослин, що вийшли на суходіл у палеозойську еру. Вважається, що основна маса рослинності нашої планети зосереджена під водою. Водорості трапляються також у будь-яких солонуватих і прісноводних водоймищах (озерах, річках, ставках і навіть калюжах), вони населяють товщу води до нижньої межі проникнення світла, тобто до глибини 350...400 м).

Водорості прикріплюються до дна (багатоклітинні форми) або плавають у товщі води, в її поверхневому шарі (мікроскопічні форми). Важливу роль відіграють водорості в природі: вони є продуцентами органічної речовини у водоймищах. Встановлено, що морські водорості накопичують стільки органічного вуглецю, скільки й наземні рослини. Від водоростей прямо та опосередковано залежить існування всього живого у воді. Водорості правлять за притулок та їжу багатьом безхребетним тваринам і риbam, особливо риб'ячим малькам.

Налічується близько 28 тисяч видів водоростей, із них до 8...10 тисяч макрофітів.

Морські водорості з давніх-давен привертали увагу людини. У різних народів збереглися численні оповіді про них. Так, у Китаї та Японії водорості вживалися в їжу вже в VIII ст., а через чотири сторіччя їх широко стали застосовувати в приморських районах Франції, Ірландії, Шотландії, Норвегії та інших країн Європи.

Морські водорості вживали не лише як неоціненний харчовий продукт, а й як ефективний засіб лікування та профілактики багатьох захворювань. В Індії водорості використовували для боротьби з деякими захворюваннями залоз внутрішньої секреції. У Китаї морську капусту застосовували для лікування наривів, опіків і навіть злоякісних пухлин.

Російський дослідник С.Крашенінніков після відвідин Камчатки в XVIII ст. зазначав, що аборигени півострова цінують високі цілющі якості донних водоростей (бентосу).

Сьогодні наукові дані та розмаїта літературна інформація щодо чотирнадцяти морів Росії свідчать про наявність в прибережних зонах широких полів корисних морських рослин. Зараз морські водорості з успіхом використовуються в сільському господарстві, харчовій, текстильній, парфумерній та багатьох інших галузях промисловості. Деякі з них застосовують для виготовлення медичних препаратів. Морські водорості є одним із найефективніших природних джерел органічного легкозасвоюваного йоду.

З величезної кількості водоростей найбільший практичний інтерес являють бурі водорості з родини ламінарієвих. У Росії промислове значення мають два види – ламінарія цукриста, яка росте біля північних берегів Росії, та ламінарія японська, що росте біля далекосхідного узбережжя. Ламінарія більш відома під назвою «морська капуста». Крім цього, сьогодні в Україні налагоджено виробництво БАД до їжі з цистозіри.

Харчові продукти з морських водоростей за змістом та якісним складом білків і вуглеводів поступаються харчовим продуктам, приготованим з наземних рослин, проте вони мають цінні властивості, не характерні для рослинної харчової сировини наземного походження. Це передусім:

здатність поглинати велику кількість води і збільшуватися при цьому в об'ємі;

вміст специфічних для морської рослинності колоїдних полімерів (агар, альгінові кислоти тощо);

вищий, ніж у наземних рослинах, вміст різноманітних макро- і мікроелементів.

Водорості є джерелом біологічно активних речовин, серед яких – поліненасичені жирні кислоти, похідні хлорофілу, полісахариди, фукоїдани, глюкани, пектини, галактани, альгінова кислота, ферменти, рослинні стерини, каротиноїди. У багатьох водоростей виявлено протипухлинну активність (ламінарія, фукус), антимікробну, антибактеріальну та противірусну дію.

Водорості справляють антимуtagenний і радіопротекторний вплив, а також вирізняються протизапальною та імуномодулюючою активністю.

На базі альгінової кислоти, яка отримується тільки з водоростей, створено унікальні препарати, здатні виводити з організму радіонукліди, важкі метали та їхні солі, а також токсини, що утворюються в організмі.

В основі унікальних лікувальних властивостей бурих морських водоростей лежить їхній не менш унікальний біохімічний склад, здатний повністю задовольнити потреби людського організму в екзогенних біологічно активних речовинах (БАР). Це зумовлено тим, що організм людини, давні предки якої «вийшли» з океану, прагне до збереження деяких гомеостатичних констант (на субклітинному рівні – рН крові, електролітний склад крові тощо), подібних за складом до морської води. При цьому йдеться не про кількість окремого елемента, а про співвідношення ряду елементів. Морські водорості, перебуваючи в океані, копіюють співвідношення елементів, при цьому акумулюючи їх за кількістю.

Розглянемо хімічний склад бурих морських водоростей на прикладі морської капусти (*L. Sacharina*) і фукусу пухирчастого (*F. Vesiculosus*).

Різні види бурих морських водоростей містять вуглеводів до 70%, ліпідів близько 1...3%, білків 5...15%, золи та інших речовин 20...50% від сухої ваги. Склад окремої рослини залежить від виду, пори року і водного

середовища. Морські водорості містять хлорофіл, каротиноїди, ненасичені жирні кислоти, рослинний стеарин, мікроелементи, водорозчинні вітаміни, амінокислоти, водорозчинні білки, полісахариди, рослинні волокна. Зола ламінарієвих і фукусових водоростей має в своєму складі багато елементів, зокрема селен, цинк, мідь і золото.

7.2. Альгірати та їхні лікувально-профілактичні властивості

Бурі водорості є прекрасною сировиною для виробництва цілого ряду медичних препаратів і біологічно активних добавок до їжі. Особливістю вуглеводного складу бурих водоростей є високий вміст альгінових кислот (13...54% сухого залишку), які у зелених і червоних водоростей відсутні.

Вперше альгінову кислоту було відкрито в 1883 році В.Стенфордом. Прикладне значення альгінової кислоти та її похідних зумовлюється її структурою, яка формується в процесі природного біосинтезу в бурих водоростях різних регіонів Світового океану. Ряд дослідників стверджує, що це високомолекулярний полісахарид, який є блоком-співполімером Д-маннуринової і L-гіалуронової кислот. Їхнє співвідношення в альгінатах, що видобуваються в різних країнах, помітно відрізняється, і це, у свою чергу, визначає й відмінність фізико-хімічних властивостей. Саме комплекс цих властивостей у альгінатів, зокрема здатність утворювати в'язкі водні розчини й навіть пасти, гомогенізуючі та емульгуючі властивості, плівкоутворювальна здатність та деякі інші, послужив підставою для широкого використання цих речовин у різних галузях промисловості, у тому числі фармацевтичній та харчовій.

Сьогодні понад 50 зарубіжних фірм виробляють близько 250...300 найменувань продуктів на основі альгінової кислоти та її солей.

Застосування альгінатних матеріалів у медицині й медичній промисловості сформувалося в три основні напрями:

як допоміжні хіміко-фармацевтичні речовини для виробництва різних лікарських форм медичних препаратів;

як медичні вироби у вигляді марлі, вати, серветок, губок тощо для місцевого гемостазу при зовнішніх і внутрішньопорожнинних кровотечах;

як лікарські засоби та БАД до їжі різноспрямованої дії. Широке використання альгінатів зумовлено їх нешкідливістю, хорошою переносимістю.

Альгінова кислота та її солі мають цілий ряд корисних властивостей, і водночас їх вирізняють і неповторні, властиві тільки їм якості. Зовні альгінати є желеподібною субстанцією, яка за адгезивною силою перевершує крохмаль у 14, а гуміарабік у 37 разів. Ця властивість дозволила використовувати їх у різних галузях промисловості як загущувачі та желеутворювачі.

Солі альгінової кислоти при прийомі всередину справляють антацидний вплив (знижують агресивну підвищену кислотність шлункового соку), стимулюють загоєння виразкових уражень слизової оболонки шлунка та кишечника. Потрапляючи в шлунково-кишковий тракт, альгінати взаємодіють з соляною кислотою шлункового соку і утворюють гель, який покриває слизову оболонку за типом захисної «шлункової пов'язки», оберігаючи її від подальшої дії соляної кислоти та пепсину, зупиняючи кровотечу.

Позитивний вплив на шлунково-кишковий тракт і процеси травлення пов'язаний також із здатністю альгінатів до вираженої сорбційної дії. Вони зв'язують і видаляють з організму продукти розпаду вуглеводів, жирів і білків, солі важких металів і радіонукліди. Це дозволило використовувати альгінати також у комплексному лікуванні дисбактеріозу, нейтралізуючи побічні продукти, які заважають розвиткові нормальної природної флори кишечника. Альгінати виявляють антимікробну дію навіть у незначних концентраціях.

Альгінати здатні підсилювати ослаблену перистальтику кишечника й проток жовчного міхура, що дозволяє застосовувати їх при ослабленні

рухової активності кишечника (метеоризмі та здутті живота), а також при дискінезії жовчовивідних шляхів.

Альгірати широко використовуються для підтримання та відновлення порушеної імунної системи, завдяки унікальним імуностимулюючим властивостям. Передусім альгірати стимулюють фагоцитоз. Стимуляція фагоцитарного захисту забезпечує антимікробну, протигрибкову і противірусну активність препаратів із ламінарії. Альгірати здатні сорбувати (зв'язувати) надмірну кількість особливого класу імуноглобулінів (Е), що беруть участь у розвитку гострих алергійних захворювань і реакцій. Гіпоалергенний ефект особливо властивий альгіратові кальцію та «Канальгату», які завдяки вмісту іонів кальцію зміцнюють мембрану «клітин-сховищ» біологічно активних речовин (гістаміну, серотоніну, брадикініну тощо), при викиді яких з клітин розвивається алергійне запалення.

Альгірати стимулюють синтез антитіл місцевого специфічного захисту (імуноглобулінів класу А). Це, у свою чергу, робить шкіру та слизові оболонки дихальних шляхів і шлунково-кишкового тракту стійкішими до патогенної дії мікробів.

7.3. Чорноморська бура водорість – цистозіра

Чорноморська бура водорість цистозіра росте у прибережних ділянках Чорного моря, особливо багато її біля берегів Криму. Її запаси оцінюються в більш ніж 400 тис. т. Цистозіра – сильно розгалужений кущ із округлими в поперечному перетині гілками. Висота водорості – близько 1 м.

У результаті комплексних досліджень цистозіри встановлено, що в ній міститься (у перерахунку на суху масу) 20...40% альгінової кислоти (залежно від сезону), 3% маніту, 0,1% йоду. Наявні в цистозірі бром, калій, натрій, кальцій (0,02...0,09%), а також великий набір мікроелементів (марганець, мідь, кобальт тощо)

З цистозіри виділено сполуку, яка характеризується високою цитотоксичністю. У достатньо високих кількостях (0,3...0,4 мг / г сухої водорості) міститься каротиноїд фукоксантин, який має антиоксидантні властивості, на чому ґрунтується його застосування як стабілізатора біологічних середовищ.

Цистозіра є також ефективним засобом проти ожиріння. Пригнічення апетиту шляхом уживання бурих водоростей передусім зумовлено високим вмістом в них полісахаридних речовин, які в шлунку швидко набрякають, створюють відчуття ситості й водночас поглинають рідини з організму.

Водна витяжка має виражену антисклеротичну, кровоспинну, гіпотензивну дію. У цистозірі в помітних концентраціях містяться біоантиоксиданти – токоферол і природні феноли.

Бурі водорості з давніх-давен широко застосовують у Китаї та Японії як харчовий продукт. З неї готують найрізноманітніші страви: супи, подібні до наших капустак, овочеві пюре й навіть цукерки. Вона одвіку вважається дієтичним продуктом, який підтримує бадьорість і здоров'я, а завдяки присутності йоду є добрим засобом для лікування та профілактики зобу.

Цистозіру можна застосовувати й як регулятор роботи шлунково-кишкового тракту. Дію її зумовлює слиз, який набрякає в кишечнику. Уживається вона й для поліпшення обміну речовин і при атеросклерозі завдяки вмістові йодних солей.

Важливою особливістю цистозіри є простота оброблення. Вона не потребує спеціальних форм лікування, зміни способу життя. Іншими словами, оздоровлення настає в результаті включення до традиційних харчових продуктів цистозіри як харчової добавки, яка істотно не змінює ціни, вигляду, органолептичних характеристик звичних харчових продуктів.

Цистозіра – у перекладі з латини «клітиноподібна» («цисто» – клітина, «зиро» – подібна). У своєму складі вона містить:

28 мікро- і макроелементів, насамперед усі 15 незамінних: залізо, цинк, магній, мідь, марганець, хром, селен, літій, кобальт тощо. Вони становлять

три найважливіші комплекси: сім із семи ферментотвірних, три з трьох гематологічних і чотири із чотирьох ендокринних (гормонотвірних).

Збалансований природою комплекс мінералів, які перебувають в іонному стані, пов'язані з амінокислотами й абсолютно доступні для організму.

Водо- і жиророзчинні вітаміни – E, C, B₁, B₂, B₁₂, PP, D, K, бета-каротин, комплекс вітаміноподібних сполук. Забезпечують обмін речовин як біокаталізатори й регулятори фізіологічних процесів в організмі.

Рідкісні й вельми цінні полісахариди: альгінати, фукоїдан, маніт, сапоніни, фукоїдин, хлорофіл, альгулоза тощо.

Незамінні й замінні амінокислоти: аргінін, глутатіон, лізин, тирозин, серин, таурин, глютамінова, аспарагінова, гіалуронова кислоти, йодовмісні кислоти – моноіодтиронін, дііодтиронін, тироксин тощо.

Поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова, арахідонова, ейкозапентаєнова) – чотири з шести незамінних кислот, які входять до комплексів «Омега-3» і «Омега-6». Вони відіграють ключову роль у синтезі гормоноподібних молекул – простагландинів. Беруть участь у швидкому перетворенні холестерину на фолієву кислоту.

Нуклеїнові кислоти (гуанін, аденін, цитозин, тимін), які входять до складу ДНК клітин цистозіри.

Однокомпонентні і двокомпонентні ферменти окислювально-відновного класу, класу синтезу і перенесення ферментів.

У цистозірі міститься багато біологічно активних речовин, які зумовлюють її широке використання для збагачення традиційних харчових продуктів. До найважливіших із них належать наступні.

Лізин – прискорює утворення ферментів, бере участь у синтезі антитіл і гормонів, посилює кровотворення у кістковій тканині. Підвищує імунітет й репродуктивну функцію. Один із важливих складників для виробництва карнітину. Забезпечує належне засвоєння кальцію; бере участь в утворенні колагену.

Тирозин – напівфабрикат прогормону щитовидної залози тироксину, гормонів наднирників – адреналіну, норадреналіну, меланіну. Послаблює дію стресу, запобігає депресіям і нервовим розладам.

Йодтирозин, дийодтиронин, тироксин – йодовмісні амінокислоти. Полегшують вироблення щитоподібною залозою гормону ТЗ (трийодтироніну). Попереджають ендокринні захворювання, відновлюють регуляцію обміну речовин.

Аргінін – захищає печінку від руйнування. Бере участь у відновленні печінкових кліток. Посилює активність виличкової залози, яка виробляє Т-лімфоцити. Викликає виділення гормону росту, підсилює сперматогенез. Бере участь у синтезі інсуліну.

Глутатіон – попереджає атеросклероз, уповільнює старіння. Захищає клітини печінки від пошкодження. Антиоксидант.

Аспарагінова кислота – активізує дію гормонів, вітамінів і ферментів.

Глутамінова кислота – запобігає затримці психічного розвитку дітей, захворюванням ЦНС, депресіям і психозам. Підтримує м'язову масу та зменшує жирові відкладення.

Хлорофіл – посилює тонус матки, кишечника, серцево-судинної системи, лактацію у матерів-годувальниць. Підтримує кишкову флору та бере участь в синтезі вітамінів Е, А і Д.

Фукоїдин – попереджує утворення згустків крові (тромбів).

Маніт – плазмоутворювальна речовина. Використовується для виготовлення плазми крові.

Альгулеза – покращує пристіночне очищення кишечника, що підсилює роботу секреторних залоз.

Галактоза – перешкоджає непереносимості молока, що є істотним для немовлят.

Альгінові кислоти – ефективно очищують кишечник, загоюють запалення в шлунку і кишечнику, нормалізують рівень холестерину в крові,

відновлюють кишкову флору. Виводять з організму радіонукліди, токсини, зайві жири та жовчні кислоти.

Фукоїдан – відомий своїми протипухлинними та протираковими властивостями. Полегшує роботу печінки після знешкодження отрут і токсинів, істотно підвищує імунітет.

Нуклеїнові кислоти: гуанін, аденін, цитозин, тимін – забезпечують синтез білкових речовин у всіх клітинах організму, відновлення всіх органів і тканин, уповільнюють старіння.

Багатим є вміст у цистозірі жиророзчинних вітамінів, а саме:

Вітамін А (бета-каротин) впливає на формування скелету та клітин шкіри. Забезпечує обмін речовин. Попереджає утворення каменів у нирках, підвищує імунітет і покращує зір. Потреба дорослої людини у вітаміні А становить 0,7 мг на добу. 1 мг вітаміну А утворюється в організмі здорової людини з 2 мг каротину.

Вітамін D стимулює обмін кальцію і фосфору. Попереджає рахіт у дітей та остеопороз у дорослих.

Вітамін E – головний антиоксидант, що захищає мембрани клітин від руйнування вільними радикалами. Підвищує стійкість еритроцитів і Т-лімфоцитів, гормонів і ферментів.

Вітамін K зміцнює стінки судин, знижує ризик інсульту та інфаркту. Зменшує крововтрати при операціях, виразках, менструаціях. Стримує утворення кристалів у сечі, попереджує сечокам'яну хворобу.

Цистозіра містить також широкий спектр водорозчинних вітамінів:

B₁ – необхідний для діяльності нервової, ендокринної та серцево-судинної систем. Підвищує опірність до інфекцій.

B₂ – позитивно впливає на стан нервової системи, шкіри, функцію печінки. Стимулює кровотворення. Забезпечує нормальний розвиток плоду і ріст дитини.

В₃ (вітамін РР) – забезпечує вищу нервову діяльність, функції органів травлення, обмін холестерину й утворення еритроцитів. Розширює дрібні судини, покращує кровообіг.

В₉ (фолієва кислота) – підвищує швидкість синтезу білку та нуклеїнових кислот, що прискорює процеси зростання й розвитку організму. Нормалізує жировий обмін у печінці, обмін холестерину. При нестачі ФК різко пригнічується дозрівання еритроцитів, послаблюються функції організму.

В₁₂ – забезпечує повноцінне кровотворення. Стимулює ріст. Впливає на жировий обмін у печінці. Запобігає дегенеративним змінам нервової системи. Дефіцит вітаміну супроводжується синтезом дефектної ДНК та клітин кісткового мозку, ураженням спинного мозку, анеміями.

С – впливає на утворення гемоглобіну, дозрівання еритроцитів. Захищає клітини від руйнування вільними радикалами, підвищує опірність інфекціям. Стимулює ріст, роботу ендокринних залоз, нормалізує обмін холестерину, покращує функції печінки.

F (поліненасичені жирні кислоти: ліолева, ліоленова, арахідонова) – підвищують еластичність стінок кровоносних судин. Знижують ризик інсультів та інфарктів, варикозного розширення вен. Попереджають розвиток атеросклерозу та розлади статевої функції. Стимулюють імунний захист. Ефективні для лікування цукрового діабету.

Надзвичайно багатим є у цистозірі мікроелементний склад.

Відомо, що переважну більшість усіх хімічних елементів (81), які трапляються в природі, виявлено в організмі людини. 12 елементів називають структурними, оскільки вони становлять 99% елементного складу людського організму (С, О, Н, N, Са, Mg, Na, К, S, Р, F, Cl). При цьому основним будівельним матеріалом є чотири елементи: азот, водень, кисень і вуглець.

Мінеральний склад внутрішньоклітинної рідини, на думку вчених, подібний до складу води в доісторичному морі й тому строго підтримується

на одному рівні, навіть якщо при цьому доведеться поглинати хімічні елементи з інших (кісткової, наприклад) тканин.

Чому такі важливі мінеральні елементи для нашого організму і чим пояснюється, що ефективність їх досягається навіть мікроскопічними кількостями? Мінерали разом з водою забезпечують постійність осмотичного тиску, кислотно-лужного балансу, процесів усмоктування, секреції, кровотворення, кісткоутворення, згортання крові; без них були б неможливі функції м'язових скорочень, нервової провідності, внутрішньоклітинного дихання. Мікроелементи входять у різних формах і в незначних кількостях до структури біологічно активних речовин, головне – ферментів (ензимів).

Порушена екологія, збільшення темпу життя з неминучим наростанням стресових ситуацій, методи оброблення харчових продуктів, «убивчі» побутові біологічно активні речовини – ось далеко не повний перелік причин зростання дефіциту життєво важливих мікроелементів і надлишку токсичних, які завдають непоправної шкоди здоров'ю. Жителі мегаполісів страждають, як правило, від надміру в організмі важких металів: свинцю, миш'яку, кадмію, ртуті, хрому, нікелю.

Ні для кого не секрет, що важкі метали небезпечні для здоров'я. Наприклад, накопичення ртуті в організмі відбувається непомітно, поволі, ртуть така підступна, що при отруєнні нею не виявляється конкретних симптомів. Результатом такого отруєння може бути порушення мовлення, нервозність, страх, сонливість, лейкопенія (зменшення кількості лейкоцитів у крові).

Нерідко можна спостерігати такі зміни в зовнішньому вигляді людини: волосся стає тьмяним, із посіченими кінцями, нігті шаруються й ламаються, шкіра набуває землистого відтінку, втрачає пружність. Чому це відбувається? Тому що волосся, як ніякий інший біологічний субстрат, відбиває процеси, які роками протікають у нашому організмі. У сироватці крові, наприклад, можна вирізнити 6...8 елементів, а у волоссі – 20...30. Статистика показує, що вміст мікроелементів у волоссі відображає **мікроелементний статус**

організму в цілому, і проби волосся є інтегральним показником мінерального обміну. Саме волосся допомагає діагностувати хронічні захворювання, коли вони себе ще нічим не виявляють.

Мікроелементи, що містяться в цистозірі

Залізо – необхідне для кровотворення, тканинного дихання, синтезу гормонів щитовидної залози і 70 ферментів. Підвищує імунітет.

Мідь – бере участь у кровотворенні, утворенні еластину. Попереджає захворювання нервової системи, анемію, остеопороз, випадання волосся, ураження шкіри, уповільнення зростання.

Селен – стимулює утворення антитіл і Т-лімфоцитів. Захищає клітини від руйнування, забезпечує їх ріст і розвиток. Входить до складу ферменту йодтиронін-5-дейодинази, який регулює утворення Т3-гормону щитовидної залози; без селену синтез цього гормону неможливий.

Хром – підсилює дію інсуліну, регулює рівень глюкози в крові. Знижує ризик розвитку атеросклерозу і діабету.

Цинк – бере участь у синтезі 200 металоферментів, інсуліну, тестостерону. Попереджає розвиток анемії, зниження імунітету, перешкоджає утворенню пухлин.

Марганець – активатор і регулятор обміну речовин. Попереджає розвиток діабету, патологію щитовидної залози, гінекологічних захворювань. Захисник клітин.

Кобальт – активатор кровотворення. Розширює коронарні судини. Зміцнює імунітет, попереджає розлади нервової системи.

Бром – нормалізує стан нервової системи при перенапруженні.

Йод – незамінний компонент гормонів щитовидної залози. Важливий для росту та бездефектного розвитку організму.

При використанні водоростей для збагачення традиційних харчових продуктів слід враховувати такі властивості цистозіри:

нормалізує роботу щитовидної залози, попереджає та лікує, сприяє відновленню всіх обмінних процесів в організмі;

нормалізує роботу системи кровотворення. Покращує показники крові за гемоглобіном, еритроцитами, лейкоцитами, тромбоцитами. Попереджає і лікує залізодефіцитні анемії;

підвищує імунітет – захисну реакцію організму від хвороботворних бактерій, токсинів, вірусів і ракових клітин;

ефективно нейтралізує вільні радикали. Уповільнює старіння, продовжує активність і молодість. Перешкоджає розумовій деградації (хвороба Паркінсона, Альцгеймера, послаблення пам'яті, недоумство);

знижує ризик інсультів, інфарктів, варикозного розширення вен за рахунок підвищення міцності, тону, еластичності стінок судин і судинорозширювальної дії;

попереджає розвиток нервових розладів, депресій і психозів. Нормалізує стан нервової системи при її перенапруженні, нейтралізує негативний вплив стресу;

знижує ризик захворювання на діабет. Сприяє регуляції синтезу інсуліну. Підвищує чутливість клітинних рецепторів до інсуліну, що зменшує потребу організму в цьому гормоні. Перешкоджає розвитку супутніх діабетові захворювань, у тому числі порушення ниркової діяльності та серцево-судинних хвороб;

істотно підвищує активність засвоєння кальцію, що зменшує вірогідність розвитку остеопорозу, утворення каменів у нирках і жовчному міхурі;

полегшує роботу печінки, захищає її від руйнування. Сприяє регенерації печінкових клітин.

попереджує порушення обміну речовин у всіх вікових групах.

7.4. Спіруліна та її використання для збагачення харчових продуктів і виробництва харчових біодобавок

Сьогодні визнаними джерелами білку, вуглеводів, вітамінів і мікроелементів є фотосинтезуючі одноклітинні організми – водорості. Найбільший інтерес викликає мікроскопічна водорість *Spirulina platensis*, мукопротеїнова оболонка якої легко перетравлюється. Порівняння врожайності традиційних культур і спіруліни наведені в табл. 1.

Виробництво спіруліни, подібно до виробництва, заснованого на застосуванні органічних добрив, не має неврахованої вартості. Культивування водоростей екологічно безпечне. Воно не призведе до ерозії ґрунту, забруднення води й знищення лісів. Спіруліну можна культивувати на неосвоєному й бідному ґрунтах, на акваторіях ставків і озер, у прибережних районах морів. Завдяки швидкому росту й високому вмісту білку, його виробництво зі спіруліни вимагає в 20 разів менше площі, ніж вирощування соєвих бобів, і в 40 разів менше – ніж для кукурудзи, в 200 разів – ніж для вирощування тварин і одержання з них м'яса.

Запаси прісної води у світі обмежені, а для виробництва спіруліни можна використати солонуваті й лужні води, що не застосовуються в традиційному сільському господарстві.

Спіруліна вимагає значно менше енергії для вирощування, ніж традиційні сільськогосподарські культури.

Спіруліна – унікальний біологічний матеріал, її можна використовувати як активну добавку до їжі, як стимулятор росту й продуктивності тварин та птиці. Одна з переваг біомаси спіруліни – високий вміст у ній білку (до 70% від сухої маси). Причому білок спіруліни представлений усіма незамінними амінокислотами, особливо багатий на триптофан, треонін, ізолейцин, валін (табл. 2). Спіруліна містить більше лізину, ніж овочі, за винятком бобових.

Так, 36 г спіруліни забезпечують щоденну потребу дорослої людини в незамінних амінокислотах більш ніж на 100 %. Засвоюваність білку спіруліни становить 85...90 %, що вище, ніж засвоюваність білку молока.

Спіруліна містить функціональні речовини (фікоціанін, полісахариди, β -глюкан, поліненасичені жирні кислоти, сульфоліпіди тощо), які сприяють зміцненню імунної системи, у вищих концентраціях, ніж в інших видах їжі, рослинах і зерні.

Ліпіди спіруліни представлені переважно поліненасиченими жирними кислотами (ПНЖК): лінолевою, ліноленовою, арахідоною й ейкозопентаєною, які об'єднані в групу есенціальних або ейкозополієнових кислот.

Таблиця 1

Урожайність традиційних культур і спіруліни

Культура	Загальна врожайність, т/га в рік	Вміст протеїну	
		%	т/га в рік
Пшениця	6,7	9,5	0,64
Кукурудза	14,0	7,4	1,04
Рис	8,0	7,1	0,57
Соеві боби	4,0	35,	1,4
		0	
Мікродорість (спіруліна платенсис)	60-70	65,	39-45
		0	

Добова потреба в ПНЖК для дорослих повинна становити мінімум 1% загальної кількості калорій. 10 г спіруліни забезпечують 8...14 % добової потреби людини у ПНЖК. Вони є попередниками простагландинів, основних гормонів, що регулюють в організмі обмін речовин, зокрема кров'яний тиск і синтез холестерину. Це дає можливість застосовувати водорість як профілактичний засіб для осіб, що страждають коронарними хворобами, атеросклерозом і зайвою вагою.

ПНЖК інгібують процес канцерогенезу, впливають на структурно-функціональний стан клітинних мембран при хронічній нирковій недостатності, справляють гепатопротекторний ефект. Особливо багато в

біомасі спіруліни лінолевої (11 000...14 000 мг/кг) і α -ліноленової кислот (9 000...12 000 мг/кг). У природі відомо дуже небагато джерел з подібним вмістом гамма-ліноленової кислоти. Це – материнське молоко, насіння смородини й огірочника (бораго), олія енотери.

Біомаса спіруліни є також цінним джерелом β -каротину (1700 мг/кг), вітамінів групи В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, і особливо В₁₂) і вітаміну Е, що дозволяє розглядати її як ефективний засіб боротьби з авітамінозом, у тому числі у тваринництві (табл. 3). Спіруліна містить удесятеро більше каротиноїдів, ніж морква, і лише 1 г спіруліни задовольняє добову потребу людини в цьому вітаміні, причому не у вигляді синтезованого в штучних умовах препарату, а в натуральній, звичній для організму засвоюваній формі. Використання спіруліни сприяє збільшенню концентрації лактобацил у кишечнику й абсорбції вітамінів групи В.

Суха біомаса спіруліни має антимікробні й антиоксидантні властивості, завдяки чому може сприяти збільшенню терміну зберігання продуктів і нейтралізації вільних радикалів, що попереджає захворювання на рак і передчасне старіння. Зі вмістом у біомасі спіруліни синього пігменту – фікоціаніну пов'язані надії на застосування її як профілактичного й лікувального протипухлинного засобу.

Спіруліна багата на залізом, яке добре абсорбується організмом людини й тварин. Це визначається дією фікоціаніну, що утворює добре засвоюваний комплекс із залізом. Крім того, в спіруліні калію, кальцію, магнію й фосфору більше, ніж в інших харчових джерелах, значна кількість інших мікроелементів (Mn, Cu, Mo, Co, Ni, Zn, B). В 10 г спіруліни міститься 10 % добової потреби людини в кальції й магнії, 16 % – у марганці, 17 % – у хромі й трохи менше – цинку, міді, селену і германію.

Таблиця 2

Вміст амінокислот у спіруліні

Амінокислота	мг на 10	%
--------------	----------	---

	г	
Незамінні		
Ізолейцин	350	5,6
Лейцин	540	8,7
Лізин	290	4,7
Метіонін	140	2,3
Фенілаланін	280	4,5
Треонін	320	5,2
Триптофан	90	1,5
Валін	400	6,5
Замінні		
Аланін	470	7,6
Аргінін	430	6,9
Аспарагінова кислота	610	9,8
Цистін	60	1,0
Глутамінова кислота	910	14,6
Гліцин	320	5,2
Гістидін	100	1,6
Пролін	270	4,3
Сірін	320	5,2
Тирозин	300	4,8
Усього амінокислот	6200	100,0

Таблиця 3

Вміст вітамінів у спіруліні

Вітамін	Кількість у 10 г спіруліни	Потреба людини на добу	
		мг	%

A (β-каротин)	23 000 МО	5000	460
		МО	
B ₁ (тіамін)	0,31 мг	1,5 мг	21
B ₂ (рибофлавін)	0,35 мг	1,7 мг	21
B ₃ (ніацин)	1,46 мг	20 мг	7
B ₆ (піридоксин)	80 мг	2 мг	4
B ₁₂	32 мкг	6 мкг	533
(ціанокобаламін)			
E	1МО	30 МО	3
Пантотенова	100 мкг	10 мг	1
кислота			
Біотин	0,5 мкг	*	*
Інозитол	6,4 мг	*	*

Спіруліна містить сульфоліпіди, які, як показали дослідження, перешкоджають адсорбції вірусу імунодефіциту людини (ВІЛ).

Сьогодні розроблено способи виробництва біомаси спіруліни в штучних умовах. Співробітники лабораторії поновлюваних джерел енергії МДУ ім. М.В.Ломоносова протягом декількох років проводять роботи, у результаті яких створено, апробовано й впроваджено в практику біотехнологію промислового виробництва міководорості спіруліни платенсіс у тепличних комплексах, що дало можливість вирощувати такого роду культуру в кліматичних умовах Росії.

На виробництво й реалізацію даної продукції з метою оздоровлення населення отримано гігієнічний сертифікат, затверджено технічні умови на її виробництво. Разом з Інститутом харчування РАМН налагоджено випуск натуральних біологічно активних добавок – препаратів «Сплат», «Гіасплат», «Сплатінат», які досить широко реалізуються в Україні.

Розроблена авторами харчова добавка «Гіасплат» містить у своєму складі гіалуронову кислоту, присутність якої надає композиції дієтологічних, імуностимулюючих і ранозагоювальних властивостей.

Фенотипові особливості спіруліни дозволяють одержувати швидкі відповідні реакції на зміни біотичних і абіотичних чинників при її культивуванні, впливати на склад мікрowodорості та її продуктивність. Такі властивості можуть бути використані для спрямованого біосинтезу вуглеводів, білків, ліпідів, вітамінів, рослинних пігментів та інших біологічно активних складових. Так, змінюючи склад поживного середовища, а також інші умови культивування, можна змінювати кількість білку в мікрowodорості в межах 30...70 %.

Встановлено, що спіруліна відрізняється здатністю концентрувати неорганічний йод з культурального середовища й потім синтезувати фізіологічно активні сполуки йоду, що мають гормональний ефект. Це дозволяє використовувати її для виробництва гормональних сполук, для біостимуляції інших біологічно активних препаратів.

В умовах відчутного дефіциту йоду в харчових продуктах і кормах, виробництво харчових БАД, збагачених цим елементом, є надзвичайно важливим. Добова потреба в йоді становить 100 мкг (дітям) або 200 мкг (дорослим). Для підвищення ефективності застосування спіруліни як харчової біодобавки за рахунок збільшення вмісту йодовмісних гормональних сполук у біомасі, розроблено спосіб одержання йодованої спіруліни. Сутність його полягає в культивуванні водорості на мінеральному середовищі, до якого додані як джерело йоду і неорганічні, й органічні його сполуки.

Найбільш актуальним варто вважати одержання біологічно активних добавок, які містять мікроелементи в органічній формі. Це підвищує їхню біодоступність і ефективність. Біотехнологічні прийоми дають можливість створювати біологічно й фармакологічно активні компоненти спрямованим включенням мікроелементів у біологічний об'єкт. На сьогодні вивчено

можливість використання мікрowodоростей для одержання хромовмісних і селеновмісних органічних сполук.

Більш ніж у 80 % населення нашої країни забезпеченість селеном нижча від оптимального рівня. У природних умовах селен надходить у живий організм головним чином у вигляді амінокислот селенометіоніну й селеноцистеїну, а також у формі селеніту натрію. Значущість мікроелементу селену для організму людини й тварин згідно сучасним уявленням, багато в чому визначається його антиоксидантною і імунорегуляторною дією. Він запобігає утворенню хімічно активних «агресивних» часток кисню, має антиоксидантну дію, подібну до дії вітамінів Е, С. З дефіцитом селену в організмі пов'язують виникнення серцево-судинних, онкологічних, астматичних, гастроентерологічних захворювань, передчасне старіння.

Хром підсилює дію інсуліну у всіх метаболічних процесах, у яких бере участь цей гормон, підвищує проникнення глюкози в клітину, впливає на зміну вмісту цукрів. Недостатність забезпечення організму хромом виражається в істотному підвищенні ризику розвитку атеросклерозу, цукрового діабету, ішемічної хвороби серця, розвитку ожиріння, головних болів, стомлюваності.

Розроблено технологію одержання хромо- і селеновмісних препаратів спіруліни, у результаті чого створено біокомплекс природного носія – спіруліни та вбудованого в його структуру есенціального мікроелементу (хрому або селену). З позицій оцінки безпечного використання в харчуванні допустима межа надходження для неорганічної форми селену значно нижча, ніж для органічної.

Є всі підстави рекомендувати для широкого використання в харчуванні й кормовиробництві біодобавки, які містять селен в органічній формі. Відповідно до рекомендацій медиків, добова доза селену, що надходить до організму людини в складі харчових БАД, повинна становити 10...50 % від добової потреби в цьому елементі, якщо йдеться про профілактичне харчування.

В 70...80-х роках минулого століття спіруліну активно вивчали з точки зору безпеки. Незалежні дослідження, проведені у Франції, Японії й Мексиці, показали відсутність небажаних результатів і побічних ефектів при споживанні спіруліни людиною. Було показано також, що спіруліна не виявляє токсичного ефекту навіть у тих випадках, коли вона становить значну частину від загальної кількості споживаного білку.

Спіруліну доцільно широко використовувати у харчовій промисловості для збагачення традиційних харчових продуктів при виробництві паст, печива, напоїв і легких закусок тощо, а також у косметичці.

Рослинні екстракти зі спіруліни застосовують для поліпшення смаку м'ясних продуктів та їх збагачення протеїнами. Цим, зокрема, займалися італійські харчові компанії, які виділили 35 млн. дол. для будівництва чотирьох заводів з виробництва спіруліни в Марокко, Сенегалі й Тунісі.

Ученими Французького інституту нафти встановлено легку засвоюваність спіруліни тваринами й людиною й відсутність будь-якої її токсичності. Проводили тестування прийнятності різних кулінарних продуктів на базі спіруліни – супів, омлетів, десертів. Було доведено, що томати й шоколад є саме тими продуктами, що гармонують зі спіруліною. Дослідження різних способів дезодорації сухої біомаси спіруліни з метою уникнення специфічного водоростевого запаху довели, що найкращий результат дає дезодорація з застосуванням спирту. Отриманий гідролізат не має ні запаху, ні смаку водоростей.

У Європі спіруліну продають не лише як харчову добавку, а й як косметичний засіб. У Швеції її додають у хліб; у Великобританії, Швейцарії й Франції вводять у фруктові й горіхові солодкі плиточки, роблять кукурудзяні пластівці й готові сніданки з добавками спіруліни, рослинні паштети зі спіруліною, а також виготовляють спірулінову пасту й навіть спіруліновий кус-кус (африканська страва із крупи, баранини й овочів).

У Мексиці спіруліна дуже популярна у вигляді коржиків і печива. В Японії роблять коржі, порошок, напої, чіпси й крекери зі спіруліною. Вона

надзвичайно популярна також у Кореї, Тайвані, Гонконзі, Сінгапурі. Спіруліну додають у печиво й солодку локшину, яку в Індії називають «Spirul-Om». Розпочато розвиток ринку цього продукту в Південній Африці.

Уже зазначали, що спіруліна може містити пігменту фікоціаніну до 15...20 % від своєї ваги. Фікоціанін – рідкісний натуральний барвник блакитного кольору, використовується у харчовій і косметичній промисловості. Так, у Японії фірма Daimppon Ink & Chemicals розробила виробництво блакитного харчового барвника Lina-Blue на основі фікоціаніну зі спіруліни, яким забарвлюють жувальні гумки, морозиво, льодяники, напої, молочні продукти й приправи.

Спіруліна є також прекрасним джерелом хлорофілу – зеленого харчового барвника. В Європі харчові барвники зі спіруліни вже надійшли в продаж.

Уся ця інформація свідчить про доцільність і високу ефективність використання спіруліни, як і інших водоростей, для збагачення традиційних харчових продуктів із метою розширення спектру продукції оздоровчої дії.

Для правильного вибору функціонального збагачувача при отриманні продукції певного призначення (наприклад, із підвищеним вмістом кальцію) доцільно виходити з хімічного складу різних видів водоростей, наведеного у таблиці 4, звідки видно, що найбільшим вмістом кальцію вирізняється зостера.

Таблиця 4.

В останні роки українськими вченими розроблено низку продуктів з використанням цистозіри, хоча їх асортимент є обмеженим і далеко не відповідає потребам у таких продуктах. Відомі технології борошняних формованих виробів із добавками еламіну та цистозіри (проф. Г.В.Дейниченко, Харків); сухий порошок цистозіри використовують у складі м'ясних фаршевих виробів (доц. С.М.Пересічна, Київ). Розроблено технології кондитерських виробів з використанням цистозіри (професори

М.І.Пересічний, М.Ф.Кравченко, Київ). Відома технологія виробництва хліба з додаванням водоростей (професори В.І.Дробот, В.Н.Корзун, Київ). Значний інтерес являє нова технологія отримання молочно-білкових фаршів з водоростевими добавками (доц. Д.П.Крамаренко, Луганськ). Добавки цистозіри за цими технологіями складають 1...5% до маси готового продукту.

Разом із тим, масове виробництво таких продуктів практично не налагоджено, і роботи у даному напрямі необхідно продовжувати й розширювати.

Для прикладу практичної реалізації виробництва харчового продукту з цистозірою наведено технологічну схему отримання молочно-білкового фаршу на основі молочно-білкового концентрату зі сколотин, запропоновану Д.Крамаренком (Луганськ).

ВИСНОВКИ

1. Важливою проблемою сьогодення в усьому світі є проблема йододефіциту. В Україні вона поглиблена наслідками Чорнобильської катастрофи, що спричинила значне зростання радіонуклідного забруднення і широке розповсюдження хвороб щитоподібної залози.

2. Істотним джерелом органічного легкозасвоюваного йоду є бурі морські водорості та спіруліна. Тому важливим завданням науковців і практиків стає розроблення та виробництво широкого спектру харчових продуктів оздоровчої дії з використанням різноманітних водоростей.

3. Нові види харчових продуктів із водоростями дозволяють, з одного боку, нормалізувати надходження в організм людини вітамінів, мінеральних елементів, у тому числі йоду, а з іншого – сприяють виведенню важких металів, пестицидів, радіонуклідів, надаючи харчовим продуктам радіопротекторних та дезінтоксикаційних властивостей.

4. *Нові харчові продукти з водоростями можуть стати важливим фізіологічним джерелом йоду, селену, хрому та інших мікроелементів і за умови різноманітного збалансованого раціону на 50...80% задовольняти потребу організму людини в основних мікроелементах.*

5. *Створення продуктів функціонального призначення з водоростями та їх споживання забезпечують організм людини достатньою кількістю необхідних біологічно активних речовин у найбільш сприятливих для засвоєння формах без накопичення шкідливого надлишку.*

6. *Для виробництва йодовмісних та селеновмісних харчових продуктів доцільно створювати нові композиції на основі волокнистих матеріалів, які одержують із вторинних продуктів перероблення рослинної сировини – зерна, плодів, овочів, насичуючи їх добавками з водоростей.*

7. *Актуальним вбачається також розроблення продуктів із водоростями на основі молочно-білкової сировини, оскільки молочний білок сприяє засвоєнню більшості мікроелементів організмом людини.*

8. *Незважаючи на появу харчових продуктів із водоростями, їхній асортимент на сьогодні дуже незначний і задовольняє потребу населення України в таких продуктах менш ніж на 1%. Тому необхідно продовжувати роботу з розширення асортименту продукції функціонального призначення з використанням водоростей.*

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО ТЕМИ 7

Рекомендована література

1. Водоросли. Справочник / АН УССР, Ин-т ботаники им. М.Холодного. – К.: Урожай, 1989. – 358 с.

2. Дейниченко Г.В. та ін. Вплив добавок морських водоростей на процес сушіння борошняних формованих виробів // Прогресивні рес. технол. та їх економ. обґрунтування. Зб. наук. праць. – Харків: ХДАТОХ, 2002. – Ч. 1. – С. 113-116.

3. Дервянко Л.П. Эламин: йодирующая радиозащитная добавка из морской капусты. – К.: НЦРМ АМН Украины, 1999. – 29 с.
4. Дробот В.І., Ситник І.П., Корзун В.Н. Хліб з додаванням водоростей // Зерно і хліб. – 2000. – №4. – С. 24-25.
5. Пересічна С.М., Михайловський В.С. Вітамінний склад фаршевих м'ясних виробів із використанням рослинної сировини // Ресторанне господарство і туристична індустрія: Зб. наук. праць. – К.: КНТЕУ, 2003. – С. 41-47.
6. Пересічний М.І. Наукове обґрунтування та розробка технологій продуктів громадського харчування радіозахисної дії: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.16. – К.: КНТЕУ, 1999. – 334 с.
7. Пересічний М.І., Корзун В.Н., Кравченко М.Ф., Григоренко О.М. Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика. – К.: КНТЕУ, 2003. – 526 с.