

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Пешук Л.В., Чернушенко О.О., Мацук Ю.А.

**АЛГОРИТМ МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВ'Я – ТЕХНОЛОГІЇ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ З ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ
ІНГРЕДІЄНТАМИ**

Навчальний посібник

Частина 1

Дніпро
2025

УДК 641:613.2](075.8)

ПЗ1

*Рекомендовано Вченою радою
Хімічного факультету
Дніпровського національного університету
як навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти
(протокол № 7 від 21.03 .2025 р.)*

Рецензенти:

Наконечна Ю.Г., кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства (Полтавський університет економіки і торгівлі);

Ковальова О. С., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій (Дніпровський державний аграрно-економічний університет)

Пешук Л.В., Чернушенко О.О., Мацук Ю.А. Алгоритм ментального здоров'я – Технології харчових продуктів з функціональними інгредієнтами: Навч. посіб. Частина 1. [Електронне видання]. Д.: ДНУ, 2025. 156 с.

Ця публікація містить теоретичний матеріал про ключові принципи, що лежать в основі проектування та розробки функціональних продуктів харчування. У ній розглядаються властивості ключових макро- і мікронутрієнтів тваринного і рослинного походження, які при додаванні надають продуктам функціональних властивостей. Матеріал також містить рекомендації щодо організації науково-дослідницької діяльності студентів та контрольні питання за темами для оцінювання рівня засвоєння знань.

Навчальний посібник стане в нагоді здобувачам при вивченні таких дисциплін магістерського рівня як «Розробка нових харчових продуктів функціонального призначення», та «Біоактивні харчові компоненти в харчовій індустрії», і бакалаврського «Вегетаріанство та харчування в піст» та «Технологія харчової продукції оздоровчого призначення» для студ. спеціальності G 13«Харчові технології» .

© Л.В. Пешук, О.О. Чернушенко, Ю.А. Мацук

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ГІГІЄНИЧНИХ ОСНОВ ЯКОСТІ Й БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧУВАННЯ СУЧАСНОЇ ЛЮДИНИ	6
1.1. Систематизація основних видів харчової продукції	6
1.2. Еволюція європейського харчування	18
1.3. Функції їжі, теорії та концепції харчування	21
1.4. Гігієнічні основи харчування	24
1.5. Якість і безпечність харчування населення України	25
1.6. Забезпечення безпечності продуктів харчування на основі принципів системи НАССР	33
1.7. Забруднення довкілля і якість продуктів харчування	36
1.8. Соціально-економічні передумови створення в Україні індустрії здорового харчування	39
1.9. Практична реалізація адекватного та раціонального харчування	40
1.10. Паспорт здоров'я як індикатор ризиків для здоров'я людини при незбалансованому харчуванні і обмеженні фізичної активності	45
Контрольні запитання за темою	48
Розділ 2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ІНГРЕДІЄНТИ	49
2.1. Формування інгредієнтного складу харчових продуктів	49
2.2. Олігоцукриди та їх функціональні властивості.	50
2.3. Резистентні види крохмалю та їх фізіологічні властивості	53
2.4. Характеристика харчових волокон, та їх фізіологічна функція	56
2.5. Цукрозамінники та підсолоджувачі, та їх функціональні властивості	61
2.6. Глікозиди, ізопреноїди та їх функціональні властивості	64
2.7. Фізіологічні властивості поліненасичені жирні кислоти	66
2.8. Амінокислоти та пептиди як функціональні інгредієнти	69
2.9. Використання ферментів в харчовій промисловості	75
2.10. Фізіологічне значення вітамінів та способи збагачення ними харчових продуктів	78
2.11. Фізіологічне значення мінеральних речовин та способи збагачення ними харчових продуктів	83
2.12. Принцип дії антиоксидантів у харчових системах	90
2.13. Фізіологічне значення пробіотиків та способи збагачення ними харчових продуктів	96
2.14. Фізіологічне значення пребіотиків	99
2.15. Сумісність окремих функціональних інгредієнтів оздоровчих харчових продуктів	100
Контрольні запитання за темою	102
Розділ 3. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ НАТУРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ	102
3.1. Функціональні інгредієнти зернобобових	103
3.2. Функціональні інгредієнти фруктоовочевих, ягідних культур	111

3.3. Функціональні інгредієнти олійних культур	124
3.4. Функціональні інгредієнти водоростей	130
3.5. Функціональні інгредієнти горіхів та продуктів їх переробки	142
Контрольні запитання за темою	145
Розділ 4. ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ	146
Контрольні запитання за темою	151
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	151

ВСТУП

Збереження і закріплення здоров'я людей є важливою задачею кожної цивілізованої держави. В наш час науково встановлено, що здоров'я нації лише на 8 – 12 % залежить від системи охорони здоров'я, тоді як соціально-економічні умови, включаючи раціон харчування, визначають стан здоров'я на 52 – 55%. Результати регулярних досліджень фактичного харчування населення, проведені Інститутом кардіології, також Інститутом геронтології НАМН України у в різних регіонах України, свідчать про значні порушення в раціоні харчування: надлишкове вживання тваринних жирів та легкозасвоюваних вуглеводів, що приводить до збільшення числа людей з різними формами ожиріння і надлишкової маси тіла; нестача омега-3 поліненасичених жирних кислот і повноцінних (тваринних) білків; недостатність вітамінів (групи В, А і С, Д) і мінеральних речовин, особливо кальцію, заліза, магнію, цинку, йоду і селену. Серед причин недостатнього вживання макро- і мікронутрієнтів важливу роль відіграють такі фактори, як:

- ◆ одноманітність раціону, що означає вживання людиною стандартного набору декількох основних груп продуктів і готових страв;
- ◆ збільшення вживання рафінованих, висококалорійних, але бідних на вітаміни і мінеральні речовини продуктів харчування, наприклад борошно вищого гатунку, хліб, макаронні, кондитерські вироби, цукор і т.д.;
- ◆ збільшення в раціоні частки продуктів, підданих консервуванню, довготривалому зберіганню, інтенсивній технологічній обробці; сюди відносять консервовані і відновлені соки, варення, джеми, в яких більша частка вітамінів втрачена; використання інтенсивних методів вирощування рослин і тварин, що приводить до зміни їх хімічного складу, в тому числі до зниження вмісту біологічно активних речовин.

Розбалансованості раціону сприяють також:

- ✦ низька купівельна спроможність населення;
- ✦ низький рівень культури харчування, включаючи відсутність знань у більшій частині населення про користь окремих компонентів їжі;
- ✦ шкідливі звички в харчуванні, (надмірне вживання жирної їжі, копчених продуктів).

Вирішити дані проблеми за рахунок збільшення калорійності раціону не вдається, так як це приводить до збільшення кількості вжитих калорій, що при недостатній фізичній нарузі і гіподинамії неприпустимо. Тому необхідна розробка і засвоєння нових технологій і рецептур харчових продуктів. Технічний процес в харчовій промисловості став можливий завдяки новим технологічним можливостям, що виникли в результаті розвитку науки, техніки і технології. Все це сприяло становленню науки про харчування з поступовим переходом від теорії *раціонального харчування* (1930 р.) до теорії *збалансованого харчування* (1964 р.), потім до теорії *адекватного* (1987 р.) і *ідеального харчування* (1991 р.) і далі до теорії *функціонального або здорового харчування* (1998 р.).

В даний час продукти з функціональними інгредієнтами складають не більше 3% всіх відомих харчових продуктів. Згідно із прогнозами найближчого десятиліття їх частка досягне 30 – 50% усього продуктового ринку. Все більше випускається продуктів, збагачених вітамінами, мікроелементами та іншими необхідними для здоров'я людини речовинами. Вже зараз 90% всіх споживачів вважають, що харчування відіграє ключову роль у профілактиці захворювань, а 60% з них уже вживають збагачені продукти харчування. На Українському ринку продукти з функціональними інгредієнтами домінують продукти масового попиту, основними характеристиками яких є натуральний і збалансований склад.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ГІГІЄНИЧНИХ ОСНОВ ЯКОСТІ Й БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧУВАННЯ СУЧАСНОЇ ЛЮДИНИ

Перший розділ присвячений теоретичним аспектам гігієнічних основ якості та безпечності харчування сучасної людини. Він охоплює систематизацію основних видів харчових продуктів, їхній вплив на здоров'я, розвиток європейських стандартів харчування, а також особливості харчування в Україні. Система контролю якості, реалізація принципів НАССР та вплив екологічних факторів на якість харчових продуктів також розглядаються у цьому дослідженні, що є важливим для розуміння глобальних та локальних проблем у сфері харчової безпеки.

1.1. Систематизація основних видів харчової продукції

Систематизація харчової продукції передбачає поділ продуктів на категорії залежно від їхнього походження, призначення, хімічного складу, технологічних процесів виробництва та харчової цінності. Це дозволяє ефективніше оцінювати продукти з точки зору їх безпечності, якості та впливу на організм людини. Вона включає декілька основних груп (табл. 1.1):

Таблиця 1.1

Основні види харчової продукції за походженням та складом

Категорія	Підкатегорія	Приклади продуктів	Харчова цінність
1	2	3	4
Продукти тваринного походження	Молочні продукти	Молоко, кефір, йогурт, сир	Білки, вітаміни D, B ₁₂ Кальцій,
	Яйця	Курячі, перепелині	Білки, жири, вітаміни A, D, B ₁₂
	Риба та морепродукти	Лосось, скумбрія, тріска, креветки	Омега-3 жирні кислоти, білки, йод
	М'ясо та м'ясні продукти	Яловичина, свинина, курятина, баранина	Тваринні білки, залізо, цинк, вітаміни групи B

Подовження таблиці 1.1

1	2	3	4
Продукти рослинного походження	Зернові культури	Пшениця, кукурудза, рис, ячмінь	Вуглеводи, рослинні білки, клітковина
	Овочі	Морква, буряк, броколі, картопля, капуста	Вітаміни, мінерали, антиоксиданти, клітковина
	Фрукти	Яблука, груші, банани, ягоди	Прості вуглеводи, вітаміни, антиоксиданти
	Бобові	Квасоля, горох, сочевиця, нут	Рослинні білки, вітаміни групи В, клітковина
	Горіхи та насіння	Волоський горіх, мигдаль, насіння льону, кунжут	Рослинні жири, білки, мікроелементи

Розподіл харчових продуктів за рівнем харчової цінності дозволяє чітко виділити основні групи, які забезпечують організм необхідними речовинами: білками, жирами, вуглеводами, а також вітамінами і мінералами. Така класифікація є основою для розробки збалансованого раціону, що задовольняє потреби організму в енергії та поживних речовинах. Нижче подана класифікація із прикладами, представленими у формі таблиць 1.2, 1.3, 1.4, 1.5.

★ *Білкові продукти.* Білкові продукти є важливими джерелами амінокислот, які виконують фундаментальні функції в організмі. Амінокислоти слугують "будівельними блоками" для синтезу білків, що забезпечують ріст, відновлення тканин, підтримку гормональної регуляції та зміцнення імунної системи.

Таблиця 1.2

Приклади білкових продуктів [1]

Продукт	Джерело білка	Приклад продуктів	Вміст білка на 100 г
Тваринні білки	М'ясо	Курятина, яловичина	20–30 г
	Риба	Лосось, тріска	18–25 г
	Молочні	Молоко, сир, йогурт	3–30 г
Рослинні білки	Бобові	Квасоля, нут, сочевиця	15–20 г
	Зернові	Кіноа, гречка	10–15 г

Джерела білків можна розділити на дві основні категорії: тваринного та рослинного походження. До тваринних джерел належать м'ясо, риба, яйця, молоко та його похідні. Рослинні джерела включають бобові (сочевиця, нут, квасоля), горіхи, насіння та злакові. Кожен із цих типів білків має свої особливості амінокислотного складу.

Наприклад, білки тваринного походження зазвичай є повноцінними, оскільки містять усі незамінні амінокислоти в достатній кількості. Натомість рослинні білки можуть мати обмеження за амінокислотним складом, що

потребує їх комбінування (наприклад, зернових із бобовими) для досягнення амінокислотного балансу.

Включення в раціон як тваринних, так і рослинних білкових продуктів сприяє гармонійному забезпеченню організму всіма необхідними амінокислотами, що є особливо важливим для здоров'я дітей, людей похилого віку та осіб із високими фізичними навантаженнями.

★ *Жирові продукти.* Жирові продукти виконують ключову роль у підтримці життєдіяльності організму. Вони є високоефективним джерелом енергії, що забезпечує організм понад удвічі більше калорій, ніж білки чи вуглеводи. Жири також є основою для побудови клітинних мембран, забезпечуючи їхню гнучкість і проникність. Крім того, вони сприяють засвоєнню жиророзчинних вітамінів (А, D, Е, К), що впливають на імунітет, зір, згортання крові й стан кісток.

Таблиця 1.3

Приклади жирових продуктів [1]

Продукт	Тип жиру	Приклад продуктів	Вміст жиру на 100 г
Тваринні жири	Насичені жири	Вершкове масло, сало	70–80 г
Рослинні жири	Ненасичені жири	Оливкова олія, авокадо	10–90 г
	Поліненасичені	Горіхи, насіння	50–70 г

Жири беруть участь у терморегуляції, захищаючи організм від переохолодження, і забезпечують синтез гормонів, зокрема статевих. Дієтичні жири також важливі для регуляції запалень, що зумовлено функцією незамінних жирних кислот, таких як омега-3 і омега-6.

Раціональне споживання жирів передбачає збалансованість насичених і ненасичених жирних кислот, уникаючи надмірної кількості транс-жирів, що можуть негативно впливати на серцево-судинну систему

★ *Вуглеводні продукти.* Вуглеводи відіграють ключову роль у забезпеченні організму енергією, оскільки вони швидко метаболізуються, забезпечуючи клітини глюкозою – головним джерелом енергії для мозку та м'язів. Вони поділяються на прості (моно- та дисахариди) та складні (полісахариди).

Таблиця 1.4

Приклади вуглеводневих продуктів [2]

Продукт	Тип вуглеводу	Приклад продуктів	Вміст вуглеводів на 100 г
Прості вуглеводи	Моно-дисахариди	Мед, фрукти	15–80 г
Складні вуглеводи	Крохмаль	Картопля, рис, хліб	20–75 г
Клітковина	Нерозчинні волокна	Злаки, овочі	2–15 г

Прості вуглеводи, забезпечують миттєвий енергетичний підйом, але надлишкове споживання може призводити до ожиріння та метаболічних порушень. Складні вуглеводи, наявні у злаках, бобових, крохмалистих овочах і продуктах з високим вмістом клітковини, забезпечують поступове вивільнення енергії, стабілізуючи рівень глюкози в крові.

Окрім енергетичної функції, вуглеводи сприяють підтримці здорової мікрофлори кишківника завдяки клітковині, що відіграє роль пребіотика. Важливо підтримувати баланс між різними типами вуглеводів у раціоні, віддаючи перевагу продуктам із низьким глікемічним індексом

★ *Вітамінно-мінеральні продукти.* Вітамінно-мінеральні продукти, такі як овочі, фрукти та ягоди, забезпечують організм не лише вітамінами й мінералами, але й антиоксидантами, харчовими волокнами та іншими біологічно активними речовинами. Вітаміни, зокрема С, А, Е, та мікроелементи, як-от калій, магній і залізо, беруть участь у регуляції обмінних процесів, підтримці імунітету та нормалізації функцій нервової системи.

Антиоксиданти, присутні у ягодах і фруктах, захищають клітини від ушкодження вільними радикалами, запобігаючи старінню й розвитку хронічних захворювань. Харчові волокна сприяють здоров'ю кишківника, нормалізуючи травлення.

Класифікація харчових продуктів за рівнем харчової цінності є основою для побудови збалансованого раціону, що відповідає фізіологічним потребам організму. Білкові продукти є основним джерелом амінокислот, жирові продукти забезпечують необхідні жирні кислоти та сприяють засвоєнню вітамінів, вуглеводи — це основний енергетичний ресурс, а вітамінно-мінеральні продукти підтримують загальне здоров'я та запобігають дефіциту важливих речовин

Таблиця 1.5

Приклади вітамінно-мінеральних продуктів

Продукт	Основні компоненти	Приклад продуктів	Вітаміни та мінерали
Овочі	Вітаміни А, С, К, мінерали (калій, магній)	Морква, броколі, шпинат	Вітаміни С, К, фолієва кислота
Фрукти	Вітамін С, антиоксиданти	Апельсини, яблука	Вітаміни С, групи В
Ягоди	Антиоксиданти, поліфеноли	Чорниця, журавлина	Поліфеноли, антоціани

Класифікація харчових продуктів за рівнем харчової цінності є основою для побудови збалансованого раціону, що відповідає фізіологічним потребам організму. Білкові продукти є основним джерелом амінокислот, жирові продукти забезпечують необхідні жирні кислоти та сприяють засвоєнню вітамінів, вуглеводи — це основний енергетичний ресурс, а вітамінно-мінеральні продукти підтримують загальне здоров'я та запобігають дефіциту важливих речовин.

Наступна класифікація харчових продуктів за функціональними властивостями передбачає поділ продуктів на категорії відповідно до їхнього впливу на організм людини, харчову цінність та здатність забезпечувати ті чи інші потреби організму.

Відповідно до сучасної класифікації всі продукти харчування можна розділити на чотири великі групи (рис. 1.1).

➤ *Продукти масового споживання* вироблені за традиційною технологією та призначені для харчування основних груп населення.

Ці продукти задовольняють основні потреби організму в білках, жирах, вуглеводах, мінералах та вітамінах. До цієї групи належать:

- Зернові та крупи: пшениця, рис, овес, ячмінь.
- Хлібобулочні вироби: хліб, макарони, випічка.
- Олії та жири: рослинні олії (соняшникова, оливкова), тваринні жири (вершкове масло).
- Молочні продукти: молоко, кефір, сир, сметана.
- М'ясо та риба: яловичина, курятина, рибне філе.

Функціональне значення: забезпечення організму базовою енергією, підтримання нормального метаболізму, забезпечення білками для росту та розвитку.

• *Продукти функціонального призначення* – це фізіологічно значущі продукти харчування. До них відносяться продукти, які мають вигляд традиційної їжі і призначені для вживання у складі звичайного раціону, але на відміну від продуктів масового споживання містять *функціональні інгредієнти*, які позитивно впливають на окремі функції організму або організм в цілому.

Основними відмінними ознаками функціональних харчових продуктів є:

- харчова цінність;
- смакові якості;
- фізіологічний вплив на організм.

Ці вимоги повинні ставитися до продукту в цілому, а не до окремих інгредієнтів, що входять до його складу. Функціональними можуть бути не тільки збагачені продукти, але й будь-які натуральні продукти, корисні для здоров'я, наприклад, морква, капуста, цибуля, петрушка, яблука та багато інших. Продукти із функціональними інгредієнтами розробляються з урахуванням конкретних потреб організму.

- Молочні продукти з пробіотиками та пребіотиками: йогурти, кефір із біфідобактеріями.
- Напої, збагачені вітамінами та мікроелементами: соки з додаванням вітамінів, мінеральна вода з мікроелементами.
- Продукти, збагачені Омега-3 кислотами: збагачене молоко, яйця з високим вмістом Омега-3.
- Функціональні батончики та зернові суміші: із додаванням білків, вітамінів групи В, магнію.

Функціональне значення: профілактика дефіцитів поживних речовин, підтримка імунітету, покращення роботи ШКТ, зниження ризику серцево-

судинних захворювань. Тому до функціональних відносяться наступні групи продуктів:

❖ натуральні харчові продукти, які від природи містять велику кількість функціонального інгредієнта, наприклад, вівсяні висівки, багаті клітковиною, риб'ячий жир як джерело поліненасичених жирних кислот, цитрусові, що містять велику кількість вітаміну С, м'ясо як один з основних джерел вітамінів групи В, соки прямого віджиму, отримані з фруктової або овочевої сировини механічною переробкою;

❖ традиційні харчові продукти, в яких зменшується кількість шкідливих для здоров'я компонентів; До останніх компонентів відносяться холестерин, тваринні жири з високим вмістом граничних жирних кислот, низькомолекулярні вуглеводи, такі як сахароза, натрій і т.д. Технологія виробництва цієї групи функціональних продуктів полягає у руйнуванні шкідливих компонентів: видаленні холестерину з яєчного білка за допомогою CO₂-екстракції, руйнуванні фітату злаків, який пов'язує і ускладнює всмоктування кальцію, цинку і заліза, обробкою ферментом фітазою.

❖ харчові продукти, додатково збагачені функціональними інгредієнтами за допомогою різних технологічних прийомів, наприклад, хліб з висівками, фруктові пюре, збагачені кальцієм, соки і напої, збагачені вітамінами, біфідокефір, напої або цукерки з антиоксидантами, соки з ехінацеєю.

Функціональні продукти повинні відповідати наступним вимогам:

- ✦ бути натуральними;
- ✦ мати вигляд звичайної їжі, тобто не випускатися в таких лікарських формах, як таблетки, капсули, порошки;
- ✦ вживатися перорально, тобто як звичайна їжа;
- ✦ бути корисними для здоров'я, при цьому корисні якості повинні бути науково обґрунтовані, а щоденні дози - схвалені фахівцями;
- ✦ бути безпечними з точки зору збалансованого харчування;
- ✦ не знижувати поживну цінність харчових продуктів;
- ✦ мати встановлені значення фізико-хімічних показників і точні методики їх визначення.

Функціональні продукти призначені:

- ✦ для компенсації дефіциту біологічно активних компонентів в організмі;
- ✦ підтримки нормальної функціональної активності органів і систем;
- ✦ зменшення факторів ризику якого-небудь захворювання, наприклад, приведення в норму рівня вмісту холестерину;
- ✦ підтримання корисної мікрофлори в організмі людини, підтримання нормального функціонування шлунково-кишкового тракту.

Функціональні продукти слід відокремити від дієтичних, лікувально-профілактичних, спеціалізованих продуктів харчування. Класифікація заснована на технологічних властивостях та формах виробництва функціонального харчового продукту, з деякою розшифровкою конкретної галузі застосування:

- замітники материнського молока та дитячого харчування при непереносимості окремих харчових компонентів;
- рідкі концентрати для приготування напоїв із загальнозміцнюючою та спеціальною дією;
- сухі вітамінізовані напої на основі плодово-ягідних та овочевих соків, що додатково містять екстракти лікарських рослин або лікарські речовини у знижених порівняно з терапевтичними дозуваннями;
- лікувально-оздоровчі киселі;
- каші, крупи та інші продукти для оздоровчого харчування, що містять додаткові джерела вітамінів, мікроелементів, ферментів, харчових волокон, або виключають окремі харчові компоненти при їх непереносимості;
- низькокалорійні харчові коктейлі для зниження ваги, що замінюють їжу;
- білкові, вуглеводно-білкові, вітамінізовані коктейлі для спортивного харчування та функціонального харчування ослаблених (виснажених) осіб.
- суміші ентерального харчування для хворих;
- дієтичні фітокомплекси (сухі фітосупи для хворих, фітосоуси та приправи на основі подрібнених лікарських рослин, гідробіонтів або їх екстрактів).
- лікувальні вина, настояні на лікарських травах;
- джеми, конфітури на основі лікарських рослин та вітамінних компонентів;
- спеціалізовані чайні напої та замітники кави для хворих на хронічні захворювання;
- салатні оздоровчі олії, додатково насичені антиоксидантами, лікопіном, фітостеринами, іншими концентрованими жиророзчинними активними компонентами.

◆ *Лікувально-профілактичні продукти:* містять компоненти, що заповнюють дефіцит біологічно активних речовин, покращують переважно функції уражених органів і систем, нейтралізують шкідливі речовини, сприяють їх якнайшвидшого виведення з організму.

Лікувально-профілактичні продукти можуть бути:

- на основі відомих продуктів загального призначення з введенням в їх рецептуру одного або декількох компонентів, що надають спрямованість продукту, або із заміною частини продукту на інші складові; в цьому випадку за основу беруть випущений за державним стандартом продукт, потім визначають спрямованість продукту і кількість функціональних добавок, що вводяться;
- новими продуктами без урахування основи рецептур і технологій продуктів харчування, що вже існують. У цьому випадку здійснюється моделювання рецептури продукту із заданими лікувально-профілактичними властивостями. При розробці рецептури кількість збагачуючої добавки буде величиною постійною, а підбір інших компонентів проводиться з урахуванням властивостей добавки та органолептичних характеристик продукту.

Збагачені продукти - продукти, в яких додані або заміщені певні інгредієнти. Ця група продуктів відрізняється від функціональних тим, що кількість функціонального інгредієнта нижче рівня фізіологічно значущих концентрацій.

◆ *Дієтичні продукти* призначені для людей, які страждають тими чи іншими захворюваннями. Вони повинні попереджати загострення цих захворювань, сприяти мобілізації захисних сил організму. Залежно від виду захворювання дієтичні продукти можуть додатково містити захисні компоненти їжі або, навпаки, бути очищені від нутрієнтів, що сприяють протіканню хвороби. Так, цукровий діабет і ожиріння потребують зниження вмісту в продуктах легкозасвоюваних цукрів, при захворюванні печінки, серцево-судинної патології – зниження вмістом кухонної солі.

- Продукти для діабетиків: цукрозамінники, хліб із низьким вмістом вуглеводів, спеціальні десерти.
- Безглютені продукти: хліб, макарони та випічка без глютену для людей із целиакією.
- Безлактозні молочні продукти: молоко, йогурти, сири без лактози.
- Продукти із низьким вмістом натрію: спеціальні соуси, консервація для людей із підвищеним артеріальним тиском.

Функціональне значення: зниження ризику загострення хронічних захворювань, поліпшення самопочуття, забезпечення організму важливими речовинами при певних дієтичних обмеженнях. Продукти функціонального харчування – це особлива група, яка не відноситься до категорії лікарських препаратів та лікувальної їжі, хоча і використовуються для поліпшення функціонування систем організму і підвищення якості здоров'я людини.

Спеціалізовані продукти (певні групи населення): Ця категорія охоплює продукти, розроблені для специфічних груп населення, таких як діти, спортсмени, вагітні жінки, літні люди.

- Продукти дитячого харчування: суміші для немовлят, каші, пюре, соки.
- Спортивне харчування: білкові суміші, енергетичні батончики, амінокислотні комплекси. Для оптимального здійснення метаболічних процесів організму спортсменам необхідні продукти харчування з підвищеним вмістом вітамінів групи В (В₁, В₂, В₆, нікотинова і пантотенова кислоти), а також вітамінів С і Е, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах в організмі.
- Продукти для вагітних жінок: збагачені фолієвою кислотою, залізом, кальцієм.
- Продукти для літніх людей: легко засвоювані білкові продукти, знижений вміст натрію, збагачені вітамінами D та В₁₂.

Функціональне значення: забезпечення специфічних потреб організму відповідно до віку, фізіологічного стану та рівня активності.

◆ *Біологічно активні добавки (БАДи):* БАДи включають речовини, які мають позитивний вплив на здоров'я (рис. 1.1), покращують метаболізм, заповнюють дефіцити вітамінів та мінералів.

БІОЛОГІЧНО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ (БАР)



Рисунок 1.1 – Основні групи біологічно-активних речовин (БАР)

Вони використовуються як додаток до основного раціону. Функціональне значення: зміцнення імунітету, регулювання обміну речовин, підтримка нормального функціонування організму. За останніми даними, для нормального функціонування організму щоденно потрібно понад 600 БАР, у тому числі не менше 17 вітамінів, 20 амінокислот, 60 мінеральних сполук та ін.

◆ *Продукти з антистресовими та адаптогенними властивостями:* Ці продукти містять речовини, що сприяють зниженню рівня стресу, нормалізації нервової діяльності та покращенню адаптаційних можливостей організму.

- Шоколад із високим вмістом какао: містить флавоноїди та теобромін.
- Напої з мелісою та м'ятою: натуральні заспокійливі компоненти.
- Продукти з адаптогенами (женьшень, родіола): підвищують стійкість до стресу.

Функціональне значення: зниження рівня тривожності, покращення адаптації до навантажень, підтримка емоційного балансу.

Таким чином, класифікація харчових продуктів за функціональними властивостями дозволяє визначити їхню роль у підтриманні здоров'я, профілактиці захворювань та формуванні індивідуальних раціонів для різних категорій споживачів.

У процесі виробництва харчових продуктів використовується різний рівень технологічної обробки, який значною мірою визначає не тільки кінцеві органолептичні властивості продуктів, але і їхню харчову цінність, термін зберігання та вплив на здоров'я споживачів. Класифікація продуктів за ступенем обробки (таблиця 1.6) дозволяє чітко розрізнити продукти від природних до високотехнологічних, що необхідно враховувати як у харчовій промисловості, так і при розробці рекомендацій для здорового харчування.

1. Сирі продукти. До сирих продуктів належать харчові інгредієнти, що не зазнали жодної або мінімальної технологічної обробки і зберігають природний хімічний склад. Вони, як правило, мають короткий термін зберігання і потребують особливих умов транспортування та зберігання. До таких продуктів належать:

- Свіжі овочі та фрукти — багаті на вітаміни, мінерали та біологічно активні речовини, що мають високий вміст клітковини.
- Сире м'ясо — основне джерело білків тваринного походження, а також заліза та вітамінів групи В.

Сирі продукти є найменш обробленими, зберігають високу харчову цінність і, як правило, рекомендуються до споживання з метою збереження максимального обсягу корисних речовин.

2. Напівфабрикати — це продукти, які піддаються певній обробці для підготовки до подальшого приготування, що скорочує час обробки безпосередньо перед споживанням. Вони часто піддаються заморожуванню або охолодженню, що дозволяє зберігати продукти триваліший час. До напівфабрикатів належать:

- Заморожені овочеві суміші — овочі, підготовлені до подальшого приготування, що зберігають свою харчову цінність завдяки швидкому заморожуванню.
- М'ясні котлети — сирі м'ясні продукти, попередньо підготовлені і сформовані, що потребують термічної обробки перед споживанням.

Напівфабрикати забезпечують споживачам значну економію часу, зберігаючи більшу частину харчових властивостей сировини.

3. Готові продукти — це харчові продукти, які пройшли повний цикл технологічної обробки і готові до споживання без додаткового приготування. Такі продукти мають різний ступінь обробки, від консервації до теплової обробки, що дозволяє значно подовжити термін зберігання, але водночас часто знижує вміст корисних речовин. До цієї категорії відносяться:

- консерви — продукти, що пройшли стерилізацію або пастеризацію та зберігають стійкість до мікробного псування.
- хлібобулочні вироби — готові до споживання продукти з пшеничного або іншого борошна, часто додатково збагачені мікронутрієнтами.

- ковбаси та йогурти — продукти, що пройшли процес ферментації або теплової обробки, завдяки чому мають різноманітні органолептичні характеристики та подовжений термін зберігання.

Готові продукти відрізняються від сирих та напівфабрикатів тим, що вони зазвичай не потребують додаткової кулінарної обробки, однак можуть містити консерванти, стабілізатори та інші харчові добавки для подовження терміну зберігання та покращення смакових якостей.

Таблиця 1.6

Класифікація продуктів за технологічними етапами обробки

Група	Опис	Приклади
Сирі продукти	Продукти, які не зазнали термічної обробки	Свіжі овочі, фрукти, свіже м'ясо, молоко
Напівфабрикати	Продукти, частково готові до споживання	Заморожені овочі, м'ясні напівфабрикати
Готові до вживання продукти	Продукти, що готові до споживання	Консерви, випічка, варені ковбаси, сухі сніданки

Дана класифікація за ступенем обробки дозволяє систематизувати харчові продукти відповідно до їхнього впливу на здоров'я людини, доступності вживання та способу підготовки до споживання. Сирі продукти зберігають максимальну користь, напівфабрикати є компромісом між користю та зручністю, тоді як готові продукти забезпечують швидке та зручне харчування, але з потенційною втратою частини поживних речовин. Класифікація харчових продуктів за калорійністю є важливим аспектом наукового підходу до раціонального харчування, оскільки кількість енергії, яку організм отримує з їжі, прямо впливає на енергетичний баланс, обмін речовин та загальний стан здоров'я людини. Калорійність продуктів визначається вмістом білків, жирів і вуглеводів, які є основними постачальниками енергії. На основі ступеня калорійності всі харчові продукти можна класифікувати на низькокалорійні, середньо калорійні та висококалорійні (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Продукти за ступенем калорійності

Категорія	Опис	Приклади
Висококалорійні продукти	Продукти з високою енергетичною цінністю (>300 ккал/100 г)	Шоколад, горіхи, вершкове масло, жирне м'ясо
Середньокалорійні продукти	Продукти з середньою калорійністю (150-300 ккал/100 г)	Хліб, макарони, молочні продукти
Низькокалорійні продукти	Продукти з низькою калорійністю (<150 ккал/100 г)	Овочі, фрукти, ягоди, знежирені молочні продукти

➤ *Низькокалорійні продукти.* До цієї групи відносять харчові продукти з калорійністю до 40 ккал на 100 г. Вони є важливими компонентами здорового харчування, особливо для людей, які прагнуть контролювати масу тіла або дотримуються дієтичного раціону. Ці продукти містять мінімальну кількість жирів і вуглеводів, часто є багатими на клітковину, вітаміни та мінерали.

- Свіжі овочі (наприклад, огірки, помідори, шпинат) — джерело вітамінів, мінералів і клітковини з низьким вмістом калорій.
- Фрукти з низькою калорійністю (ягоди, грейпфрут, яблука) — мають антиоксидантні властивості і багаті на воду.
- Гриби — мають мінімальну калорійність та є джерелом білків, вітамінів групи В і мінералів.

Низькокалорійні продукти забезпечують об'єм їжі без великої кількості енергії, що сприяє почуттю ситості та допомагає уникнути переїдання.

➤ *Середньокалорійні продукти* мають енергетичну цінність від 40 до 200 ккал на 100 г. Вони займають проміжне місце між низькокалорійними та висококалорійними продуктами і, як правило, мають збалансований вміст білків, жирів і вуглеводів. Ці продукти становлять основну частину раціону і підходять для більшості людей.

- Цільнозернові продукти (вівсянка, гречка, коричневий рис) — містять складні вуглеводи, клітковину, вітаміни групи В і мінерали, що забезпечує стабільний рівень енергії протягом дня.
- Нежирне м'ясо та риба (кураче філе, тріска) — джерело високоякісного білка, що необхідний для росту та відновлення тканин.
- Молочні продукти з помірною калорійністю (кефір, нежирний йогурт) — містять білки та кальцій, важливі для підтримки здоров'я кісток.

Середньокалорійні продукти є ключовими для збалансованого раціону, забезпечуючи організм необхідними поживними речовинами та енергією без надмірного калорійного навантаження.

➤ *Висококалорійні продукти* мають калорійність понад 200 ккал на 100 г і є головними джерелами енергії, що корисно для осіб із підвищеними енергетичними потребами, але може призвести до надмірної ваги за неправильного використання в раціоні. Вони, як правило, багаті на жири та прості вуглеводи, що забезпечує високу енергетичну цінність.

- Рослинні олії та горіхи — мають високу калорійність через вміст корисних жирних кислот омега-3 і омега-6, вітамінів Е і К.
- Шоколад, мед, сухофрукти — швидко засвоюються організмом і є джерелом швидкої енергії, але повинні вживатися в обмеженій кількості через високий вміст цукру.
- Жирні молочні продукти та м'ясо (сир, баранина) — забезпечують організм насиченими жирами та білками, але їхнє надмірне споживання може збільшити ризик серцево-судинних захворювань.

Висококалорійні продукти забезпечують високу концентрацію енергії, але їхнє надмірне вживання може призвести до накопичення зайвих жирів в

організмі, тому рекомендується їх обмежувати в раціоні людей з малорухливим способом життя.

Класифікація продуктів за калорійністю є основою для побудови збалансованого раціону, що відповідає потребам конкретної людини. Низькокалорійні продукти, багаті на клітковину та вітаміни, сприяють підтриманню здорової ваги. Середньокалорійні продукти, що забезпечують організм поживними речовинами та енергією, є основою щоденного раціону. Висококалорійні продукти є цінним джерелом енергії для осіб з інтенсивною фізичною активністю, однак їхнє вживання повинно контролюватися.

Систематизація харчових продуктів дозволяє не лише визначити їхній вплив на організм людини, але й забезпечити правильне складання раціонів для різних груп населення з урахуванням вікових, медичних та фізіологічних потреб. Вона також полегшує вибір продуктів для спеціалізованих дієт, оцінку якості та безпеки, а також допомагає організувати раціональне використання ресурсів у харчовій промисловості та сфері громадського харчування. Таким чином, систематизація харчових продуктів — це необхідний етап для забезпечення здорового харчування, розробки дієтичних рекомендацій та створення нових харчових продуктів із заданими властивостями.

1.2. Еволюція європейського харчування

Еволюція харчування в Європі є складним процесом, який відображає історичні, економічні, технологічні та соціокультурні зміни, що відбувалися протягом століть. Вона демонструє, як людство адаптувало своє харчування до змін природних умов, технологічного прогресу та впливу глобалізації. У рамках цієї теми розглядаємо п'ять основних періодів розвитку харчування в Європі (таблиця 1.8).

✦ *I Період: Збиральництво і мисливство*

Цей період є першим етапом формування харчових звичок. Люди здобували їжу, використовуючи природні ресурси навколишнього середовища. Основу раціону становили:

- листя, коріння та ягоди диких рослин;
- молюски та риба;
- м'ясо тварин.

Це був період низькокалорійного харчування, яке забезпечувало близько 2000 ккал на добу. Проте раціон був бідним на складні вуглеводи та жири. Основну енергію забезпечували білки тваринного походження, що сприяло розвитку фізичних можливостей людини.

✦ *II Період: Культивування різних рослин і одомашнення тварин*

З переходом до осілого способу життя та появою землеробства раціон кардинально змінився. Цей період супроводжувався:

- зростанням частки вуглеводів у раціоні (завдяки вирощуванню зернових культур);

- одомашненням тварин, що забезпечувало м'ясо, молоко і похідні продукти (сири, масло).

Енергетична цінність добового раціону зросла до 2600–2700 ккал. Вуглеводи стали основним джерелом енергії, а розвиток фермерства заклав основи для подальшого удосконалення технологій харчування.

✦ *III Період*: Великі географічні відкриття (XV–XVI ст.)

Період географічних відкриттів приніс до Європи велику кількість нових харчових продуктів, таких як:

- прянощі (перець, кориця, мускатний горіх);
- картопля, кукурудза, соняшник, томати;
- шоколад та сухофрукти.

Раціон став значно різноманітнішим, збагатився вітамінами та мінералами. Енергетична цінність залишалася на рівні ~2600 ккал, проте харчування стало збалансованішим, що сприяло зниженню дефіциту мікронутрієнтів у населення.

✦ *IV Період*: Велика промислова революція (XVII ст.)

Індустріалізація зробила продукти харчування доступнішими завдяки механізації виробництва. В цей період:

- збільшилася частка м'яса в раціоні;
- з'явилися гідрогенізовані жири, які широко використовувалися в кулінарії;
- поступово змінювався спосіб обробки сировини.

Енергетична цінність раціону зросла до 3000 ккал на добу, однак це супроводжувалося поступовим збільшенням споживання насичених жирів, що у майбутньому стало причиною поширення серцево-судинних захворювань.

✦ *V Період*: Нові харчові технології

Сучасний період розвитку харчування ознаменувався появою інноваційних підходів до виробництва продуктів. Основні зміни включають:

- впровадження комбінованих харчових продуктів (замінники м'яса);
- розвиток нових способів обробки харчової сировини, таких як вакуумне сушіння, ультразвукова обробка, ферментація;
- широке використання синтетичних харчових добавок для підвищення смакових якостей і зберігання продуктів.

Енергетична цінність раціону зросла до ~3500 ккал, проте збільшення кількості перероблених продуктів викликало дискусії щодо їх впливу на здоров'я населення.

Таким чином, еволюція харчування в Європі є прикладом того, як людина поступово адаптувалася до змін умов середовища, розвивала технології та збагачувала свій раціон. Однак сучасні виклики, такі як поширення ожиріння та хронічних хвороб, вимагають перегляду підходів до харчування, акцентуючи увагу на здоровому способі життя та збалансованому харчуванні.

➤ Історичні етапи розвитку харчування

1. *Античність*. Основою раціону були зернові культури, овочі, фрукти, оливкова олія та вино. М'ясо споживалося рідко, здебільшого під час релігійних свят.

2. *Середньовіччя*. Раціон розширився за рахунок використання бобових, капусти, молочних продуктів і хліба. Виникла стратифікація харчування: дворянство вживало м'ясо, рибу, спеції, а селяни переважно каші та хліб.

3. *Новий час (XV–XIX ст.)*. Великий географічний переворот привів до появи нових продуктів: картоплі, кукурудзи, кави, чаю, цукру. У раціоні збільшилась частка тваринних білків та жирів.

4. *XX століття*. Індустріалізація сприяла масовому виробництву консервів, ковбас, хліба та молочних продуктів. Глобалізація та міграція поширили міжнародні кухні. Почалася популяризація науково обґрунтованого харчування.

5. *Сучасність (XXI століття)*. Європейське харчування стало більш різноманітним. Поширення здорового способу життя стимулювало попит на органічні продукти, безглютенові страви, функціональні продукти та рослинну їжу.

Таблиця 1.8

Основні зміни у раціоні європейців у різні періоди

Період	Основні продукти	Тенденції
Античність	Зерно, овочі, фрукти, олія	Проста їжа, натуральні продукти
Середньовіччя	Хліб, бобові, молочні продукти	Соціальна стратифікація раціону
Новий час	Картопля, кукурудза, спеції	Інтеграція екзотичних продуктів
XX століття	Консерви, перероблені продукти	Модернізація, стандартизація
XXI століття	Овочі, фрукти, рослинні продукти	Тренд на здорове харчування

➤ **Основні тенденції.** Сучасне харчування в Європі характеризується наступними рисами:

- *Зростання споживання овочів і фруктів.* В середньому європеєць споживає 363 грами фруктів і 386 грамів овочів на день (дані за 2023 рік).

- *Високий рівень споживання молочних продуктів.* Лідером є Данія з 372 кг молочних продуктів на особу на рік.

- *Популярність перероблених продуктів.* Перекуси, напівфабрикати та готові страви складають 25 % загального харчового раціону.

- *Зростання споживання рослинних альтернатив.* Ринок рослинного м'яса в Європі зріс на 19 % за останні 5 років.

➤ **Вплив на здоров'я.** Європейська дієта здебільшого відповідає рекомендаціям Всесвітньої організації охорони здоров'я, однак існують і виклики:

- Надмірне споживання солі, цукру та насичених жирів.
 - Зростання поширеності ожиріння (22,3% дорослих у ЄС мають індекс маси тіла >30).
 - Розвиток харчової алергії та непереносимості окремих продуктів.
- Сучасні харчові звички європейців систематизовані в табл. 1.9. Еволюція харчування в Європі свідчить про прогресивні зміни у структурі раціону, які відповідають сучасним вимогам до здорового способу життя, екологічності та сталого розвитку. Однак такі проблеми, як ожиріння та залежність від перероблених продуктів, потребують подальшого вирішення через освіту споживачів і впровадження політик харчової безпеки.

Таблиця 1.9

Сучасні харчові звички європейців (2023)

Продукт	Середнє споживання на особу на рік (кг)	Тренди
Овочі	140	Зростання
Фрукти	133	Зростання
Молочні продукти	260	Стабільно високе
М'ясо	69	Зниження
Перероблені продукти	85	Зростання

1.3 Функції їжі, теорії та концепції харчування

Загальновідомо, що їжа — це складна сукупність органічних та неорганічних речовин, які забезпечують фізіологічні потреби організму. У процесі травлення вона трансформується з зовнішнього фактора у внутрішній, виконуючи роль джерела енергії, пластичних матеріалів та регуляторних механізмів. Основні функції їжі представлені в табл. 1.10.

Таблиця 1.10

Основні функції їжі

Функція	Зміст
Енергетична	Забезпечує організм калоріями для підтримки життєдіяльності та фізичної активності.
Пластична	Постачає будівельний матеріал для клітин та тканин, включаючи білки, жири, мінерали.
Регуляторна	Контролює обмінні процеси через гормони, ферменти та біологічно активні сполуки.
Захисна	Зміцнює імунітет, нейтралізує вплив шкідливих факторів, завдяки антиоксидантам та вітамінам.
Мотиваційна	Сприяє формуванню апетиту, задоволення від прийому їжі.

◆ *Енергетична функція.* Їжа є основним джерелом енергії, необхідної для підтримки основного обміну речовин, фізичної активності та роботи всіх систем організму. Вуглеводи, жири та білки є головними постачальниками енергії, яка утворюється внаслідок окислювальних процесів. Наприклад, 1 г вуглеводів і білків забезпечує 4 ккал енергії, тоді як 1 г жирів – 9 ккал. Енергетична функція життєво важлива для роботи м'язів, нервової системи та підтримки терморегуляції.

◆ *Пластична функція.* Ця функція забезпечує організм матеріалами для росту, розвитку та відновлення клітин і тканин. Білки слугують основним будівельним матеріалом для м'язів, шкіри, внутрішніх органів і ферментів. Жири формують структуру клітинних мембран, а мінерали (кальцій, фосфор) беруть участь у формуванні кісток і зубів. Наприклад, амінокислоти, що надходять із білків, використовуються для синтезу тканинних білків, ферментів і гормонів.

◆ *Регуляторна функція.* Їжа допомагає підтримувати метаболічний баланс організму через регуляцію обмінних процесів. Вітаміни та мінерали діють як коферменти, активуючи численні біохімічні реакції. Наприклад, вітамін D регулює обмін кальцію, а магній бере участь у сотнях ферментативних реакцій. Жиророзчинні вітаміни (А, D, Е, К) забезпечують функціонування зору, згортання крові та інших процесів.

◆ *Захисна функція.* Антиоксиданти (вітамін С, Е, бета-каротин), які містяться в їжі, захищають клітини від окислювального стресу. Імунорегуляторна дія їжі реалізується завдяки білкам, що стимулюють синтез антитіл, а також завдяки мінералам (цинк, селен), які підтримують функції імунної системи. Харчові волокна сприяють виведенню токсинів і підтримують здоров'я кишкової мікрофлори, що також є важливим компонентом захисних механізмів.

Таблиця 1.11

Основні функції їжі та їхні компоненти

Функція	Компоненти їжі, що забезпечують функцію	Приклад
Енергетична	Вуглеводи, жири, білки	Злаки, олії, м'ясо
Пластична	Білки, мінерали, жирні кислоти	Риба, молочні продукти, горіхи
Регуляторна	Вітаміни (А, D, С), мінерали (магній, кальцій), ферменти	Фрукти, овочі, молоко
Захисна	Антиоксиданти, харчові волокна, амінокислоти	Цитрусові, ягоди, зернові
Мотиваційно-сигнальна	Продукти з насиченим смаком і текстурою, що стимулюють апетит	Шоколад, спеції, свіжі фрукти

◆ *Мотиваційно-сигнальна функція.* Їжа формує позитивні емоції через смакові та ароматичні характеристики, стимулюючи апетит. Сигнали про насичення чи голод регулюються через складні механізми, що включають

гормони грелін і лептин. Це сприяє оптимальному споживанню їжі та її розподілу в організмі. Наприклад, споживання продуктів, багатих на серотонін (банани, шоколад), покращує настрій і знижує рівень стресу. Розуміння функцій їжі дозволяє краще адаптувати раціон до індивідуальних потреб і сприяти підтриманню здоров'я на всіх етапах життя.

Вивчення харчування, як важливого фактора забезпечення життєдіяльності організму відбувалося протягом тисячоліть. Існує кілька теорій харчування, які пояснюють роль їжі та її компонентів у підтримці здоров'я:

◆ *Антична теорія харчування.* Перші уявлення про харчування сформувалися в античні часи. Давньогрецький філософ Аристотель та римський лікар Гален вважали, що їжа в організмі піддається "бродінню" і перетворюється на кров, яка живить тіло. Це була основа поглядів на травлення як на фізико-хімічний процес.

◆ *Теорія збалансованого харчування.* У XIX столітті була сформульована класична теорія збалансованого харчування, що базувалася на ідеї, що їжа складається з нутрієнтів (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінералів), необхідних для енергетичних та пластичних потреб організму. Основними положеннями теорії є:

- Їжа має бути збалансованою за складом і відповідати потребам організму.
- Нутрієнти, отримані з їжі, повинні проходити ферментативну обробку та всмоктуватися для забезпечення метаболізму.

◆ *Теорія адекватного харчування.* У XX столітті теорія збалансованого харчування доповнилася новими знаннями про мікрофлору кишківника та її вплив на метаболізм. Теорія адекватного харчування підкреслює важливість:

- Баластних речовин (клітковини) для підтримки здоров'я травної системи.
- Регуляторної функції їжі, яка забезпечується біологічно активними речовинами, мікроелементами, ферментами.
- Гармонії між обміном речовин і харчовим раціоном.

◆ *Сучасна теорія оптимального харчування.* Ця теорія інтегрує принципи збалансованого та адекватного харчування, враховуючи індивідуальні особливості організму. Вона наголошує на важливості:

- Вживання органічних продуктів і мінімізації штучних добавок.
- Зниження споживання насичених жирів, солі та цукру.
- Розширення раціону за рахунок функціональних продуктів, що мають лікувально-профілактичні властивості.

Ці теорії формують основу сучасної науки про харчування та впливають на розробку рекомендацій щодо здорового способу життя. Взагалом сучасне харчування базується на інтеграції наукових знань про нутрієнти, біоактивні речовини та їх вплив на організм. Воно стає ключовим елементом у підтримці

здоров'я та профілактиці захворювань, вимагаючи наукового підходу до розробки раціонів та продуктів.

1.4. Гігієнічні основи харчування

Гігієнічні основи харчування є ключовими для забезпечення здоров'я людини та профілактики захворювань, пов'язаних із вживанням продуктів. Гігієна харчування охоплює широкий спектр питань, пов'язаних із правильним вибором продуктів, їх зберіганням, обробкою та споживанням.

➤ **Основні аспекти гігієни харчування:**

➤ Таблиця 1.12

➤ Основні вимоги до гігієни харчування

Категорія	Основні вимоги
Вибір продуктів	Сертифікація, відсутність сторонніх домішок, відповідність терміну придатності.
Зберігання продуктів	Дотримання температурного режиму, використання герметичної упаковки, уникнення перехресного контакту.
Приготування їжі	Миття рук і продуктів, роздільне використання інвентарю, правильна термічна обробка.
Вода	Використання перевіреної питної води, уникнення контактів з потенційно забрудненою водою.

➤ Таблиця 1.13

➤ Шкідливі фактори та їх вплив на харчову безпеку

Шкідливий фактор	Джерело	Наслідки
Мікробіологічне забруднення	Сальмонела, кишкова паличка	Інфекційні захворювання, харчові отруєння.
Хімічне забруднення	Пестициди, важкі метали	Хронічні захворювання, токсичні реакції.
Порушення зберігання	Неправильний температурний режим	Псування продуктів, утворення токсинів.
Низька якість води	Застарілі водопровідні системи, природні забрудники	Інфекції (наприклад, гепатит А), порушення обміну речовин.

1. Вибір якісних продуктів

Вживання якісних продуктів знижує ризик харчових інтоксикацій та інфекцій. Перевагу слід надавати сертифікованим продуктам, які відповідають нормативним документам (ДСТУ, ISO).

2. Правильне зберігання

Зберігання продуктів повинно забезпечувати збереження їх поживної цінності та безпеки. Основні принципи:

- дотримання температурного режиму (заморожування, охолодження).

- використання герметичної упаковки для уникнення контакту з шкідливими мікроорганізмами.

- дотримання термінів придатності.

3. Санітарно-гігієнічні умови приготування

Забезпечення чистоти робочих поверхонь, інвентарю та особистої гігієни кухарів:

- Регулярне миття рук перед приготуванням їжі.

- Використання окремих дошок для різних видів продуктів (м'ясо, овочі, риба).

4. Технології обробки продуктів

Обробка продуктів повинна зберігати їх поживну цінність і забезпечувати безпеку:

- правильне миття овочів і фруктів.

- термічна обробка (варіння, смаження) для знищення патогенних мікроорганізмів.

- мінімізація використання шкідливих добавок (рафінованих жирів, надлишкової солі).

5. Контроль якості питної води

Вода, що використовується для приготування їжі, повинна бути чистою, безпечної якості. Перевагу слід надавати перевіреним питній воді або кип'яченій.

➤ Рекомендації для забезпечення харчової гігієни

1. *Санітарно-гігієнічний контроль:* регулярна перевірка умов зберігання; візуальна оцінка стану продуктів перед вживанням.

2. *Освітні заходи:* підвищення рівня обізнаності населення про основи гігієни харчування.

3. Розробка інновацій

Використання сучасних технологій для збереження харчової безпеки (вакумна упаковка, пастеризація, ультрафіолетове знезараження).

Дотримання гігієнічних основ харчування дозволяє уникнути харчових захворювань, зберегти високу харчову цінність продуктів та забезпечити здоров'я людини. Це важлива складова профілактичної медицини та здорового способу життя.

Гігієнічні основи харчування включають принципи складання раціону, які забезпечують безпечне та збалансоване споживання всіх необхідних макро- та мікронутрієнтів. Вони спрямовані на запобігання харчових захворювань та покращення стану здоров'я.

1.5. Якість і безпечність харчування населення України

Якість та безпечність харчових продуктів є фундаментальними чинниками, що безпосередньо впливають на здоров'я населення та його тривалість життя. У сучасних умовах зростання рівня захворюваності, зокрема, пов'язаного з харчовими інфекціями, метаболічними порушеннями та

харчовими алергіями, питання контролю якості продуктів набуває особливої актуальності.

В Україні функціонує система державного регулювання якості та безпечності харчових продуктів, яка базується на положеннях відповідних законодавчих актів, таких як Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів», а також національних стандартів – Державних стандартів України (ДСТУ), що містять вимоги до органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних характеристик продукції. Окрім ДСТУ, підприємства можуть застосовувати Технічні умови (ТУ), що розробляються окремими виробниками та встановлюють додаткові специфікації для певної продукції.

Важливим аспектом забезпечення належного рівня безпечності є впровадження системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), що дозволяє ідентифікувати та контролювати критичні точки ризику на всіх етапах виробництва та зберігання харчової продукції.

Попри наявність нормативної бази, механізми державного контролю потребують постійного удосконалення з урахуванням світових практик та новітніх наукових досліджень. Використання сучасних методів лабораторного аналізу, цифрових технологій моніторингу безпечності продукції та посилення відповідальності виробників є ключовими напрямками розвитку системи контролю якості харчових продуктів в Україні.

Окрім дотримання нормативних стандартів, важливим аспектом забезпечення безпечності харчових продуктів є контроль за рівнем забруднювачів, які можуть потрапляти до них на різних етапах виробництва, транспортування та зберігання.

Забруднювачі харчових продуктів поділяються на екзогенні та ендогенні.

Екзогенні забруднювачі – це речовини, що потрапляють у продукти з навколишнього середовища або внаслідок технологічних процесів.

Таблиця 1.14

Основні джерела екзогенних забруднювачів

Джерело забруднення	Приклади забруднюючих речовин
Надмірне використання мінеральних добрив	Нітрати, нітроти
Пестициди та засоби захисту рослин	Фунгіциди, гербіциди
Стимулятори росту тварин	Антибіотики, гормони
Харчова тара та технологічне обладнання	Полімерні сполуки, залишки мийних засобів
Промислові відходи та викиди	Важкі метали (ртуть, кадмій, свинець), діоксини
Радіоактивні речовини	Цезій-137, стронцій-90

До них належать:

- хімічні сполуки (пестициди, важкі метали, нітрати, мікотоксини);

- технологічні домішки (залишки антибіотиків, гормонів росту, стабілізатори, барвники);
- фізичні забруднення (осколки скла, металеві частинки, пластик).

Основні джерела екзогенних забруднювачів представлені в табл. 1.16.

- *Ендогенні забруднювачі* – це сполуки, що утворюються безпосередньо в продуктах унаслідок їхнього псування або біохімічних змін. До них належать: продукти мікробіологічного розкладу (біогенні аміни, токсини бактерій); окислені жири (утворення пероксидів, вільних радикалів при неправильному зберіганні); небажані продукти ферментації (наприклад, надлишкові кількості гістаміну в рибі або молочних продуктах).

Екзогенні та ендогенні забруднювачі можуть спричиняти серйозні ризики для здоров'я, зокрема, харчові отруєння, алергічні реакції, накопичення токсичних речовин в організмі та розвиток хронічних захворювань. Тому вдосконалення методів контролю забруднювачів, запровадження ефективних моніторингових програм та підвищення рівня відповідальності виробників є пріоритетними завданнями для забезпечення якості харчової продукції та охорони здоров'я населення.

Ендогенні забруднювачі формуються безпосередньо в харчових продуктах у результаті *біохімічних, фізико-хімічних і мікробіологічних процесів*. Їхня присутність часто зумовлена неправильними умовами зберігання, термічної обробки або технологічних процесів, які сприяють утворенню небезпечних речовин. До основних ендогенних забруднювачів належать:

- *Продукти окиснення ліпідів* – утворюються при тривалому зберіганні або під час термічної обробки жирів (особливо при смаженні на олії), можуть мати *мутагенний та канцерогенний ефект*, а також сприяти розвитку серцево-судинних захворювань;
- *N-нітрозаміни* – канцерогенні сполуки, що формуються при взаємодії нітритів із білками під час приготування та зберігання м'ясних виробів, особливо при смаженні або копченні;
- *Мікотоксини (афлатоксини, охратоксини, фумонізини)* – продукти метаболізму пліснявих грибів, що можуть потрапляти в зернові культури, горіхи, молочні продукти, каву та м'ясо; вони мають *гепатотоксичний і канцерогенний ефект*;
- *Гістамін* – біогенний амін, що накопичується в рибі, ферментованих продуктах та молочних виробках при порушенні умов зберігання; може викликати алергічні реакції, гіпотонію та інтоксикацію.

Зменшення рівня екзогенних і ендогенних забруднювачів є критично важливим завданням як на рівні державного регулювання, так і для виробників харчових продуктів. Основними стратегіями контролю та профілактики є:

- Запровадження системи НАССР для контролю критичних точок ризику на всіх етапах виробництва та переробки харчових продуктів;
- Використання сучасних методів лабораторного аналізу для виявлення токсичних домішок і забруднювачів у сировині та кінцевій продукції;

- Дотримання належних умов зберігання харчових продуктів, контроль термічної обробки для зменшення ризику утворення канцерогенних сполук;
- Застосування натуральних антиоксидантів для запобігання окисним процесам у продуктах з високим вмістом жирів;
- Посилення державного контролю та розробка нових нормативних актів щодо гранично допустимих рівнів небезпечних забруднювачів у харчових продуктах.

Таким чином, мінімізація впливу екзогенних і ендогенних забруднювачів на харчові продукти є важливим завданням для збереження здоров'я населення. Подальші дослідження у сфері харчової безпеки, розробка нових методів очищення сировини та впровадження ефективних технологій контролю є ключовими напрямками для зменшення ризиків, пов'язаних із вживанням небезпечної продукції.

Безпечність харчових продуктів є одним із ключових аспектів громадського здоров'я, що регулюється національним та міжнародним законодавством. В Україні цю сферу контролює Закон України "Про безпечність та якість харчових продуктів" (№ 67-19 від 28.12.2014 р.), а також вимоги міжнародного стандарту ISO 9001:2000.

Міжнародні підходи до контролю безпеки харчових продуктів Європейський Союз дотримується концепції "від лану до столу", яка охоплює всі стадії виробництва: контроль здоров'я тварин, стан рослин, дотримання санітарних норм на етапах виготовлення, переробки та зберігання продукції. Такий підхід мінімізує ризики потрапляння шкідливих речовин у харчові продукти, забезпечуючи їхню якість та безпечність для споживачів.

Поняття безпеки харчових продуктів. Безпечність харчових продуктів означає відсутність токсичних, алергенних, мутагенних, канцерогенних та інших небезпечних речовин у кількостях, що можуть негативно вплинути на здоров'я людини. Це досягається шляхом встановлення допустимих рівнів забруднюючих речовин у продуктах.

Контроль вмісту токсичних елементів До токсичних елементів, які підлягають гігієнічному контролю, належать важкі метали (свинець, ртуть, кадмій) та миш'як. Особливий контроль здійснюється у:

- зонах із високими рівнями промислових викидів;
- продуктах, що вирощені поблизу автодоріг;
- товарах, вироблених із використанням мінеральних добрив та засобів захисту рослин.

Зокрема, вміст ртуті перевіряється у рибі, зернових та молочних продуктах, кадмію – у рослинних, м'ясних і молочних продуктах, свинцю – у молочних, м'ясних продуктах та рибі. У консервованих продуктах контролюється рівень олова.

Радіоактивне забруднення Радіаційна безпека контролюється через моніторинг вмісту цезію-137 та стронцію-90, які можуть потрапляти до організму через харчовий ланцюг.

Нітрати та N-нітрозаміни Нітрати переважно містяться в овочах (буряку, картоплі, капусті), а N-нітрозаміни утворюються під час термічної обробки, копчення, соління та консервування.

Мікотоксини – токсичні речовини, які виробляють плісєневі гриби. Вони можуть бути присутні у зернових, горіхах, фруктах та овочах, а також у продуктах тваринного походження. Основні мікотоксини для контролю:

- афлатоксин В1 – арахіс, кукурудза, рис;
- мікотоксин М1 – молоко;
- дезоксиніваленол – пшениця, кукурудза;
- патулін – фруктові соки;
- Т-2 токсин – просо, кукурудза.

Гістамін може накопичуватися у рибопродуктах при неналежному зберіганні. Під контроль підпадають скумбрія, тунець, лосось та продукти їх переробки.

Антибіотики та гормональні препарати. Антибіотики у продуктах можуть спричиняти алергічні реакції та розвиток стійких до лікування бактерій. Їхній вміст перевіряється у молочних, м'ясних продуктах і меді. Гормональні препарати, що стимулюють ріст, можуть негативно впливати на ендокринну систему людини, тому їхній контроль також є обов'язковим.

Пестициди можуть накопичуватися у продуктах у надмірних кількостях, що робить їх небезпечними для здоров'я. Контроль здійснюється на нових партіях сировини, від нових постачальників та у продуктах, що мають ознаки хімічної обробки.

В таблиці 1.15 представлені генетично детерміновані токсичні компоненти харчових продуктів.

Таблиця 1.15

Генетично детерміновані токсичні компоненти харчових продуктів

Токсини	Харчові продукти	Токсичний ефект
Гемаглютиніни	Бобові	Аглотинація еритроцитів
Гойтрогени	Капуста (різні види)	Гіпотиреоїдизм
Синильна кислота	Ядра кісточкових плодів, різні види бобів, маніока	Неврологічна симптоматика
Пресорні аміни	Банани, шоколад, ананаси, вино, сири	Підвищення артеріального тиску
Оксалати	Шпинат, ревінь, щавель	Подразнення травного каналу
Мірістицин	Мускатний горіх, петрушка, морква	Галюцинації
Фалькарінол	Морква	Нейротоксичність
Кофеїн	Кава, чай	Підвищення артеріального тиску

Система контролю безпечності харчових продуктів охоплює моніторинг токсичних елементів, пестицидів, мікотоксинів, нітрозамінів, радіонуклідів,

залишків антибіотиків та гормональних препаратів. Дотримання встановлених норм гарантує безпечність продукції та мінімізує ризики для здоров'я споживачів. Таким чином, якість харчових продуктів – це сукупність властивостей, що визначають їхню придатність для харчування. До основних показників якості відносяться повноцінність та санітарно-епідеміологічна безпека. До показників повноцінності відносяться:

Органолептичні властивості – зовнішній вигляд, смак, запах, колір, консистенція.

Харчова та біологічна цінність – вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, амінокислот, поліненасичених жирних кислот.

Органолептичні характеристики є важливими для якості продуктів. Гарний зовнішній вигляд, приємний колір, аромат і смак сприяють підвищенню апетиту та стимулюють секрецію шлункового соку. Вимоги до органолептичних властивостей формуються відповідно до харчових звичок та традицій різних національних груп. Органолептичні показники регламентуються нормативно-технічною документацією та повинні відповідати стандартам якості, включаючи відсутність сторонніх запахів, присмаків та інших дефектів, вмістом окремих харчових речовин та їхньою енергетичною цінністю. Показники харчової та енергетичної цінності нормуються відповідною документацією

Медико-біологічні вимоги розробляються для кожної групи продуктів:

1. М'ясо, м'ясні продукти, птиця, яйця.
2. Молоко та молочні продукти.
3. Риба, морепродукти.
4. Хлібобулочні та борошно-круп'яні вироби.
5. Цукор і кондитерські вироби.
6. Овочі, плоди, ягоди та продукти їхньої переробки.
7. Жирові продукти.
8. Напої та продукти бродіння.
9. Інші продукти.

Фактори, що впливають на продовження терміну придатності продуктів, включають:

- Органолептичну стабільність;
- Мікробіологічну безпеку (чистоту);
- Антиоксидантний захист жирів.

Санітарно-епідеміологічна безпека. До показників безпеки належить відсутність псування продуктів (гниття, окиснення, бродіння, пліснявіння), а також відсутність забруднень біологічного, хімічного та механічного походження. Важливі мікробіологічні показники включають:

- *Санітарно-показові мікроорганізми:* бактерії групи кишкових паличок, ентерококи тощо.
- *Умовно-патогенні мікроорганізми:* E. coli, S. aureus, Proteus spp., B. cereus.
- *Патогенні мікроорганізми:* Salmonella, Listeria monocytogenes, Yersinia spp.
- *Мікроорганізми, що спричиняють псування:* дріжджі, плісняві гриби.

- *Заквасочна мікрофлора та пробіотичні мікроорганізми.*

Характер оцінки якості харчових продуктів визначається видом контролю – вхідного, операційного, приймального (рис.1.5).

Для забезпечення безпеки харчових продуктів дозволено використовувати харчові добавки, що відповідають нормативним вимогам та зареєстровані в Міністерстві охорони здоров'я.

Дотримання зазначених стандартів та нормативів є ключовим фактором забезпечення якості та безпечності харчових продуктів для споживачів. Контроль якості харчової продукції є комплексним процесом, що забезпечує відповідність продуктів встановленим стандартам безпеки, харчової цінності та органолептичних властивостей.

Він передбачає три основні етапи:

1. *Вхідний контроль сировини*

- На цьому етапі оцінюється якість сировини, що надходить на виробництво.
- Проводиться перевірка на відповідність нормативно-технічній документації (НТД), у тому числі мікробіологічні, хімічні та фізичні показники.
- Виявляються можливі сторонні домішки, забруднення, відхилення у свіжості продуктів.

2. *Технологічний контроль напівфабрикатів*

- Оцінка якості проміжних продуктів під час виробничого процесу.
- Контроль критичних точок (НАССР) у технологічному ланцюзі виробництва.
- Перевірка температурного режиму, вологості, кислотності, консистенції, органолептичних показників.

3. *Приймальний контроль готової продукції*

- Оцінка кінцевого продукту перед відправленням у реалізацію.
- Перевірка відповідності державним стандартам (ДСТУ), санітарним вимогам, сертифікаційним критеріям.
- Контроль маркування, пакування, термінів придатності, відсутності дефектів.

Мета контролю якості харчової продукції

Контроль спрямований на забезпечення високої якості харчових продуктів, що включає:

- *Оцінку якості сировини* – для запобігання використанню неякісної чи небезпечної продукції.
- *Оцінку критичних точок* – контроль ризиків у виробництві та дотримання технологічних параметрів.
- *Оцінку готової продукції* – гарантування відповідності кінцевого продукту вимогам безпеки та споживчим очікуванням.

Таким чином, впровадження ефективної системи контролю якості харчових продуктів є необхідною умовою для підтримки високих стандартів безпеки, конкурентоспроможності продукції та захисту здоров'я споживачів.

Слід зазначити, що експертиза харчових продуктів – це багатоетапний комплекс науково-обґрунтованих досліджень, спрямованих на всебічну оцінку

якості та безпеки харчової продукції. Цей процес включає аналіз відповідності продуктів встановленим нормативним критеріям, а також оцінку можливих ризиків для здоров'я споживачів. Основною метою експертизи є не лише виявлення дефектів чи невідповідностей, але й контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних норм на всіх етапах життєвого циклу продукту – від сировинної бази до кінцевого споживача.

Класифікація харчових продуктів за результатами експертизи

Залежно від отриманих результатів експертиза може дати один із наступних висновків щодо придатності харчового продукту:

1. Придатний для споживання. Ця група охоплює продукти, які відповідають вимогам безпеки та якості, хоча вони можуть мати певні особливості:

- *Стандартний продукт* – продукція, яка повністю відповідає чинним нормативним документам (ДСТУ, НАССР, ISO). Вона допускається до реалізації без обмежень та вільного використання в усіх сферах харчування.
- *Нестандартний продукт* – продукція, що має незначні відхилення від встановлених стандартів якості, але залишається безпечною для споживання.

Нестандартні продукти можна поділити на дві підгрупи:

1. *Продукти зниженої харчової цінності* – вони мають зміни у складі макро- та мікроелементів, що впливають на їхню поживну значущість. Наприклад, молоко зі зменшеним вмістом жиру або овочі, що мають нехарактерну форму та розмір, але не містять небезпечних домішок.
2. *Умовно їстівні продукти* – продукти, які підлягають спеціальній обробці перед споживанням. До цієї категорії належать харчові продукти, що мають обмежену мікробіологічну забрудненість або потенційну загрозу зараження гелмінтами. Їхня реалізація може бути дозволена лише за умови відповідної санітарної обробки або подальшої переробки (термічної, ферментативної, хімічної).

2. Непридатний для споживання. Продукти, які не відповідають санітарним та гігієнічним нормам, визнаються небезпечними для здоров'я людини. Серед них:

- Продукти з ознаками псування (гниття, бродіння, пліснявиння, згіркості жирів).
- Консервовані продукти у пошкодженій упаковці (пробиті жерстяні банки, биті склотара).
- Хлібобулочні вироби з підвищеною кислотністю та вологістю, що сприяє росту мікроорганізмів.
- Продукція невідомого походження або виготовлена з порушенням технологічного процесу.
- Гігієнічна експертиза таких продуктів не проводиться, а їх використання в харчовій промисловості категорично забороняється.

Таким чином, експертиза харчових продуктів є невід'ємним інструментом гарантування продовольчої безпеки. Вона забезпечує дотримання норм якості та дозволяє мінімізувати ризики, пов'язані із вживанням продуктів харчування. Впровадження сучасних методів контролю, таких як молекулярні та спектроскопічні методи аналізу, дозволяє підвищити ефективність оцінки та

запобігти потраплянню небезпечних продуктів у споживчий ринок. Якість і безпечність харчування є критично важливими чинниками здоров'я населення. Ефективний контроль, дотримання нормативних вимог і підвищення рівня культури харчування допоможуть мінімізувати ризики, пов'язані з небезпечною продукцією, та сприятимуть покращенню якості життя громадян України.

1.6. Забезпечення безпечності продуктів харчування на основі принципів системи НАССР

Система НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) є науково обґрунтованою методологією забезпечення безпечності харчових продуктів, яка базується на ідентифікації, оцінці та контролі потенційних ризиків на всіх етапах виробництва, транспортування, зберігання та реалізації харчових продуктів. Її впровадження сприяє мінімізації небезпек, підвищенню якості харчових продуктів і гарантує їх безпечність для кінцевого споживача.

Система НАССР була розроблена у 1960-х роках для забезпечення безпечного харчування астронавтів NASA, а згодом стала міжнародним стандартом, підтриманим Комісією Codex Alimentarius, а також нормативними актами ЄС та США. Основним законодавчим актом ЄС, який регламентує НАССР, є Директива 93/43/ЄЕС "Про гігієну харчових продуктів".

В Україні вимоги щодо впровадження систем управління безпечністю харчових продуктів базуються на таких нормативних актах:

- Закон України "Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів", який зобов'язує операторів ринку харчових продуктів впроваджувати систему НАССР.
- ДСТУ ISO 22000:2019 (ISO 22000:2018, IDT) "Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга".
- ДСТУ 4161-2003 "Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги".
- Закон України "Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин".
- Накази Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, які регламентують порядок впровадження системи НАССР та проведення державного контролю.

Таблиця 1.16

Приклади критичних контрольних точок (ККТ) та їх критичних меж

Продукт	Критична контрольна точка	Критичні межі
М'ясо	Термічна обробка	Температура $\geq 72^{\circ}\text{C}$
Молоко	Пастеризація	$72-75^{\circ}\text{C}$ протягом 15 с
Риба	Охолодження	$\leq 4^{\circ}\text{C}$
Випічка	Вологість готового виробу	$\leq 15\%$

Основні принципи НАССР

Принцип	Опис
Аналіз небезпечних факторів	Визначення фізичних, хімічних та біологічних ризиків у процесі виробництва харчових продуктів.
Визначення критичних контрольних точок	Ідентифікація ключових етапів технологічного процесу, де можна усунути або зменшити ризики.
Встановлення критичних меж	Визначення допустимих значень параметрів (температура, час, рН, вологість тощо) для контролю ККТ.
Моніторинг критичних контрольних точок	Регулярне спостереження та фіксація параметрів у ККТ для забезпечення їх відповідності критичним межам.
Коригувальні дії	Заходи, які необхідно вжити при відхиленні від критичних меж.
Перевірка ефективності системи	Оцінка результативності системи через аудити, тестування та незалежний контроль.
Документування та ведення записів	Фіксація всіх заходів контролю для подальшого аналізу та звітності.

Таблиця 1.18

Види небезпечних факторів у НАССР

Тип небезпечного фактора	Приклади	Джерела
Фізичні	Металеві, скляні уламки, пластик, кістки	Обладнання, упаковка, сировина
Хімічні	Пестициди, токсини, залишки мийних засобів, алергени	Сировина, технологічні процеси, навколишнє середовище
Біологічні	Бактерії (<i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i>), віруси, паразити	Низька гігієна, забруднена вода, недостатня термічна обробка

Таблиця 1.19

Приклади коригувальних дій у разі відхилень від норм

Проблема	Коригувальні дії
Температура термічної обробки нижче критичної межі	Повторна термічна обробка або утилізація продукції
Виявлення бактерій у готовому продукті	Додаткова санітарна обробка обладнання, перевірка персоналу
Виявлення скла в продукції	Зупинка виробництва, перевірка обладнання, відкликання партії

Методи моніторингу ККТ

Метод	Приклад застосування
Вимірювання	Контроль температури під час термічної обробки
Лабораторні аналізи	Перевірка мікробіологічної безпеки продукції
Візуальний контроль	Оцінка чистоти обладнання, відсутності сторонніх предметів у продукції
Хімічний аналіз	Визначення рівня нітратів у овочах

Методи перевірки ефективності НАССР

Метод	Опис
Внутрішній аудит	Перевірка виконання процедур НАССР на підприємстві
Лабораторні дослідження	Аналіз харчових продуктів на відповідність нормам
Сертифікація	Перевірка незалежними організаціями
Аналіз споживчих скарг	Виявлення потенційних порушень через відгуки клієнтів

Сфера застосування та впровадження НАССР в Україні. Обов'язкове впровадження системи НАССР в Україні поширюється на такі категорії операторів ринку:

- Виробники харчових продуктів, включаючи виробників інгредієнтів та дієтичних добавок.
- Підприємства громадського харчування (ресторани, кафе, їдальні, фаст-фуди).
- Оптові та роздрібні підприємства, які займаються зберіганням і реалізацією харчових продуктів.
- Логістичні компанії, що транспортують та зберігають харчові продукти.
- Виробники пакувальних матеріалів, що контактують з харчовими продуктами.
- Постачальники обладнання, мийних та дезінфікуючих засобів для харчової промисловості.

Відповідно до положень українського законодавства, запровадження системи НАССР є обов'язковим для підприємств, які працюють з харчовими продуктами, проте сертифікація залишається добровільною. Наявність сертифікованої системи НАССР значно підвищує довіру до підприємства, сприяє виходу на міжнародні ринки та полегшує проходження державних перевірок.

Переваги впровадження системи НАССР

- Забезпечення високої якості та безпечності харчових продуктів.
- Зниження ризику харчових отруень та захворювань.
- Мінімізація відходів та зменшення економічних втрат.

- Підвищення конкурентоспроможності підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках.
- Спрощення процедур контролю з боку державних органів.
- Поліпшення іміджу підприємства та довіри з боку споживачів.

1.7. Забруднення довкілля і якість продуктів харчування

Забруднення довкілля є однією з основних загроз для якості та безпеки харчових продуктів. Негативні екологічні фактори, такі як промислові викиди, застосування агрохімікатів, накопичення важких металів та радіоактивне забруднення, безпосередньо впливають на харчові ланцюги, що може призвести до серйозних наслідків для здоров'я людини.

Таблиця 1.22

Основні види забруднення харчових продуктів

Тип забруднення	Джерела	Приклади впливу на продукти харчування	Наслідки для здоров'я
Хімічне	Пестициди, нітрати, важкі метали, токсичні сполуки	Накопичення у фруктах, овочах, м'ясі, рибі	Отруєння, канцерогенний ефект, алергічні реакції
Біологічне	Патогенні мікроорганізми, грибки, токсини	Контамінація молочних, м'ясних, рибних продуктів	Інфекційні захворювання, харчові отруєння
Радіоактивне	Радіонукліди (цезій-137, стронцій-90)	Забруднення зерна, грибів, молока, води	Онкологічні захворювання, порушення імунної системи
Фізичне	Скло, металеві частинки, пластик	Потрапляння в упаковану продукцію, хліб, консерви	Травми травного тракту, механічні пошкодження

Контроль за екологічною безпекою харчових продуктів є обов'язковою умовою їхнього виробництва, зберігання та споживання. Важливими заходами у цій сфері є моніторинг вмісту шкідливих речовин у продуктах, дотримання санітарно-гігієнічних норм і впровадження міжнародних стандартів, таких як система НАССР.

Хімічне забруднення харчових продуктів Одним із найпоширеніших видів забруднення є хімічне (табл. 1.25).

Важкі метали, такі як свинець, кадмій, ртуть, миш'як, можуть накопичуватися в організмі людини та викликати хронічні захворювання. Контроль вмісту цих речовин у продуктах харчування здійснюється на державному рівні відповідно до санітарних норм і міжнародних стандартів (Кодекс Аліментаріус, регламенти ЄС).

Таблиця 1.23

Хімічні види забруднення: джерела та вплив на здоров'я людини

Хімічна речовина	Джерела	Вплив на здоров'я
Нітрати і нітрити	Надмірне використання добрив	Порушення роботи кровоносної системи
Пестициди	Обробка рослин від шкідників	Канцерогенний вплив, алергії
Свинець (Pb)	Промислові викиди, забруднена вода	Нейротоксичність, порушення роботи нирок
Кадмій (Cd)	Викиди металургійних підприємств	Порушення роботи кісткової системи
Ртуть (Hg)	Контамінація риби та морепродуктів	Неврологічні розлади

Біологічне забруднення та його наслідки. Мікроорганізми, грибки, віруси можуть спричинити серйозні харчові отруєння та інфекційні захворювання (табл. 1.24). Зниження ризику зараження можливе шляхом дотримання технологічних процесів, санітарної обробки продуктів та правильного зберігання.

Таблиця 1.24

Біологічні види забруднення: джерела та вплив на здоров'я людини

Мікроорганізм	Джерела	Хвороби
Salmonella	Сире м'ясо, яйця, молоко	Сальмонельоз
Escherichia coli (E.coli)	Забруднена вода, немите листя салату	Кишкові інфекції
Listeria monocytogenes	М'які сири, ковбаси, молочні продукти	Лістеріоз
Clostridium botulinum	Консерви, в'ялене м'ясо, риба	Ботулізм

Радіоактивне забруднення та його ризики (табл. 1.25). Радіонукліди можуть потрапляти в їжу через ґрунт, воду або атмосферні опади. Найбільш небезпечними є цезій-137 та стронцій-90, які можуть накопичуватися в організмі та викликати серйозні захворювання. Контроль радіоактивного забруднення передбачає регулярний моніторинг рівня радіонуклідів у продуктах, особливо у регіонах із підвищеним фоном радіації.

Забруднення довкілля може суттєво впливати на якість харчових продуктів, що становить загрозу для здоров'я населення. Щоб запобігти негативним наслідкам, застосовуються різні методи контролю, які дозволяють оцінити безпечність сировини та готової продукції, а також дотримання санітарних норм на виробництві.

Методи контролю якості харчових продуктів представлені в табл. 1.26.

Таблиця 1.25

Радіоактивні види забруднення: джерела та вплив на здоров'я людини

Радіоактивний елемент	Джерела	Продукти, що піддаються забрудненню	Вплив на здоров'я
Цезій-137	Ядерні аварії, опади	Гриби, ягоди, м'ясо, молоко	Онкологічні хвороби, мутації
Стронцій-90	Радіоактивний пил	Зернові, овочі, молоко	Порушення кісткової тканини

Таблиця 1.26

Методи контролю якості харчових продуктів

Метод	Призначення	Застосування	Приклади стандартів
1	2	3	4
Лабораторні дослідження	Визначення залишкових рівнів пестицидів, важких металів, мікроорганізмів	Аналіз продукції перед реалізацією, тестування імпортованих товарів	ISO 17025, ДСТУ 8917:2019
Моніторинг води та ґрунту	Контроль екологічного стану сільськогосподарських угідь	Оцінка рівня забруднення ґрунту та джерел водопостачання	ДСТУ 7369:2013, Директива 2000/60/ЄС
Контроль за виробництвом	Перевірка відповідності технологічних процесів стандартам НАССР	Аудит підприємств харчової промисловості, оцінка безпеки обладнання	НАССР, ISO 22000, GFSI
Сертифікація продукції	Гарантія якості та безпечності продуктів	Видача сертифікатів відповідності, маркування екологічно чистих продуктів	Organic Standard, GlobalG.A.P.
Токсикологічний контроль	Виявлення наявності токсинів, мікотоксинів та хімічних домішок	Аналіз зернових, молочних продуктів, м'ясних виробів	Регламент ЄС 1881/2006, ДСТУ 7313:2013

Продовження таблиці 1.26

1	2	3	4
Радіологічний контроль	Визначення рівня радіоактивного забруднення продуктів	Моніторинг продуктів потенційно небезпечних зон	3 Регламент ЄС 2020/1158, ДСТУ 7612:2014
Мікробіологічний контроль	Перевірка наявності патогенних мікроорганізмів	Аналіз молочної продукції, м'ясних виробів, напоїв	ISO 4833-1:2013, ДСТУ 7357:2013
Мікробіологічний контроль	Перевірка наявності патогенних мікроорганізмів	Аналіз молочної продукції, м'ясних виробів, напоїв	ISO 4833-1:2013, ДСТУ 7357:2013
Хроматографічний аналіз	Визначення складу харчових добавок, барвників, залишків антибіотиків	Контроль продукції тваринного походження, молочної та рибної продукції	ISO 19343:2017, ДСТУ 8918:2020
Споживчий контроль	Виявлення фальсифікацій та порушень маркування	Аналіз упаковки, складу продуктів, перевірка відповідності інформації	Регламент (ЄС) 1169/2011

Контроль за виробництвом забезпечує відповідність технологічних процесів вимогам системи НАССР та інших стандартів безпеки харчових продуктів. Сертифікація продукції є гарантією її якості та безпеки, що підтверджується відповідними міжнародними та національними стандартами. Методи контролю якості харчових продуктів є необхідними для забезпечення безпеки продуктів.

1.8. Соціально-економічні передумови створення в Україні індустрії здорового харчування

Розвиток індустрії здорового харчування в Україні є наслідком впливу багатьох соціально-економічних та медичних факторів. Світовий ринок

харчових продуктів з функціональними інгредієнтами зазнає значних трансформацій, спричинених появою нових ринків збуту, дефіцитом ресурсів, цифровізацією виробництва та посиленням вимог до безпеки продуктів. В Україні харчова промисловість також стикається з викликами, серед яких:

- Зміна моделей споживання: населення віддає перевагу економічно доцільним рішенням та імпортозаміщенню.
- Зростання експорту: спостерігаються позитивні тенденції у нарощуванні експорту українських харчових продуктів на міжнародний ринок.
- Ріст популярності екологічного та функціонального харчування: здоровий спосіб життя стає ключовим чинником вибору продуктів харчування.

Функціональні продукти та екологічність. Перспективи розвитку здорового харчування тісно пов'язані з концепцією екологічності та безвідходного виробництва. Сучасні виробники орієнтуються на «чисту етикетку», що означає використання натуральних інгредієнтів без шкідливих добавок. До основних екологічних аспектів виробництва функціональних продуктів належать:

- Оптимізація виробничих процесів – зменшення кількості харчових відходів та використання вторинної сировини.
- Екологічна упаковка – біорозкладні матеріали, які не забруднюють довкілля.

Ринок функціональних продуктів харчування є динамічною та перспективною галуззю, що продовжує активно розвиватися. В Україні спостерігається поступове зростання інтересу до здорового харчування, але для подальшого розвитку необхідні комплексні заходи з боку держави, бізнесу та наукової спільноти. Основні напрями подальшого розвитку включають: вдосконалення технологій виробництва для забезпечення високої якості продукції; розширення асортименту функціональних продуктів відповідно до сучасних потреб споживачів; запровадження екологічних стандартів та концепції безвідходного виробництва; активне використання міжнародних систем сертифікації для підвищення конкурентоспроможності української продукції. Таким чином, функціональне харчування відіграє ключову роль у формуванні здорової нації, сприяючи підвищенню якості життя населення та сталому розвитку харчової промисловості.

1.9. Практична реалізація адекватного та раціонального харчування

Раціональне та адекватне харчування є основою підтримки здоров'я, профілактики захворювань і забезпечення оптимального функціонування організму. Його практична реалізація базується на науково обґрунтованих принципах збалансованого споживання макро- та мікронутрієнтів, урахуванні індивідуальних фізіологічних особливостей, а також дотриманні сучасних стандартів харчової безпеки.

Адекватне харчування передбачає збалансований раціон, що відповідає фізіологічним потребам людини залежно від її віку, статі, рівня

фізичної активності та стану здоров'я. Воно базується на наступних принципах:

- *Енергетична відповідність* – калорійність раціону повинна відповідати витратам енергії організму.
- *Хімічна повноцінність* – наявність усіх необхідних макро- та мікроелементів у правильних пропорціях.
- *Оптимальний режим харчування* – розподіл прийомів їжі протягом дня відповідно до біоритмів організму.
- *Дотримання норм безпеки та якості продуктів* – використання продуктів, що відповідають сучасним стандартам якості (ISO 22000, HACCP).

Раціональне харчування – це система споживання харчових продуктів, яка забезпечує організм усіма необхідними поживними речовинами відповідно до індивідуальних потреб. Його реалізація включає:

- *Індивідуальний підхід* – розробка дієтологічних програм відповідно до стану здоров'я та способу життя людини.
- *Використання здорових технологій приготування їжі* – мінімізація термічної обробки для збереження корисних речовин.
- *Контроль за якістю харчових продуктів* – відповідність міжнародним та національним стандартам.

Практичне застосування раціонального харчування. Реалізація раціонального харчування передбачає:

1. *Дотримання рекомендованих норм споживання білків, жирів, вуглеводів і вітамінів*
2. *Контроль за режимом прийому їжі* – рекомендована кратність харчування 3 рази на день.
3. *Використання безпечних харчових технологій* – наприклад, застосування органічних продуктів та технологій мінімальної обробки

Адекватне та раціональне харчування є ключовими факторами здорового способу життя. Їх практична реалізація потребує дотримання науково обґрунтованих рекомендацій щодо збалансованого споживання нутрієнтів, контролю якості продуктів, використання безпечних харчових технологій та впровадження міжнародних стандартів безпеки харчових продуктів.

Раціональне харчування базується на фундаментальних принципах, які забезпечують оптимальне функціонування організму, підтримку здоров'я та профілактику захворювань. Ці принципи відображені у визначених законах раціонального харчування, які формують основу для розробки збалансованих раціонів та харчових норм. Дотримання цих законів сприяє покращенню обміну речовин, підвищенню життєвого тону та загального самопочуття. Закони базуються на наукових дослідженнях у галузі нутриціології, фізіології харчування та гігієни, забезпечуючи комплексний підхід до формування збалансованого раціону.

1. Закон кількісної та якісної повноцінності харчування

Цей закон наголошує на відповідності енергетичної цінності раціону добовим потребам організму. Споживання їжі повинно не тільки покривати

енергетичні витрати людини, але й забезпечувати усі функціональні процеси: ріст, регенерацію тканин, роботу імунної системи, когнітивну діяльність тощо.

2. Закон збалансованості

Харчовий раціон має бути збалансованим за основними макро- та мікронутрієнтами, зокрема білками, жирами, вуглеводами, вітамінами та мінералами. Важливо підтримувати оптимальні співвідношення цих компонентів, адже їхній дефіцит чи надлишок може призводити до порушень обміну речовин, розвитку дефіцитних станів та хронічних захворювань.

3. Закон адекватності

Нутрієнтний склад їжі повинен відповідати індивідуальним потребам організму залежно від віку, статі, рівня фізичної активності, стану здоров'я та особливостей метаболізму. Наприклад, у дітей вищі потреби в білках і кальції, а у людей похилого віку – у поліненасичених жирних кислотах і антиоксидантах.

4. Закон правильного режиму харчування

Організм функціонує за біологічними ритмами, тому регулярний прийом їжі у певний час сприяє кращому засвоєнню нутрієнтів, підтриманню стабільного рівня глюкози в крові та оптимальній роботі травної системи. Недотримання цього принципу може призводити до порушень метаболізму, надмірної ваги та гастроентерологічних проблем.

5. Закон естетичного задоволення

Харчування повинно не лише забезпечувати організм поживними речовинами, але й приносити задоволення. Аромат, смак, текстура та зовнішній вигляд їжі мають значний вплив на травлення та психоемоційний стан людини.

6. Закон безпеки харчування

Продукти повинні бути безпечними щодо вмісту токсичних речовин, хімічних домішок та патогенних мікроорганізмів. Використання сучасних систем контролю якості, таких як HACCP, ISO 22000 та GlobalG.A.P., дозволяє знизити ризики харчових інфекцій та інтоксикацій.

7. Закон профілактичної спрямованості харчування

Раціон має не лише задовольняти базові потреби організму, а й сприяти профілактиці захворювань. Наприклад, вживання продуктів, багатих на антиоксиданти, омега-3 жирні кислоти та пребіотики, допомагає зміцнити імунну систему, знизити ризик серцево-судинних хвороб та покращити роботу кишківника.

Дотримання цих законів є основою формування науково обґрунтованої системи харчування, що сприяє зміцненню здоров'я та підвищенню якості життя. Раціональне харчування — це комплексний підхід до організації харчового раціону, який забезпечує підтримку оптимального стану здоров'я, працездатності та профілактики захворювань. Воно базується на науково обґрунтованих принципах фізіології, нутриціології та гігієни харчування. Дотримання основних вимог до раціонального харчування сприяє гармонійному розвитку організму, забезпечує його енергетичні потреби та

підтримує нормальне функціонування всіх життєво важливих систем. Науковою основою організації раціонального харчування населення є фізіологічно-гігієнічні вимоги до харчового раціону, режиму харчування та умов прийому їжі (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Фізіолого-гігієнічні вимоги до раціонального харчування [82]

Основними вимогами до нього є:

- *Енергетична цінність раціону* – надходження калорій повинно відповідати енергетичним витратам організму, зокрема рівню фізичної активності та обміну речовин. Недостатнє споживання калорій може призводити до дефіциту маси тіла, зниження працездатності та виснаження, тоді як надмірне споживання сприяє розвитку ожиріння та супутніх захворювань.
- *Нутрієнтний склад та збалансованість* – правильне співвідношення білків, жирів, вуглеводів, вітамінів і мінералів є критично важливим для

підтримки гомеостазу організму. Дефіцит або надлишок певних нутрієнтів може призводити до патологічних змін у роботі органів та систем.

- *Перетравлюваність і засвоєння їжі* – страви повинні бути легкозасвоюваними, не перевантажувати шлунково-кишковий тракт і не викликати диспепсичних розладів.
- *Органолептичні властивості* – смакові, ароматичні, текстурні та візуальні характеристики їжі мають велике значення для апетиту та загального задоволення від харчування.
- *Різноманітність харчування* – використання різних груп продуктів у раціоні дозволяє забезпечити повноцінне надходження всіх необхідних речовин. Монодієти чи одноманітне харчування можуть призводити до нестачі певних нутрієнтів та розвитку дефіцитних станів.
- *Структура раціону* – правильне співвідношення рослинних і тваринних продуктів, використання цільозернових продуктів, обмеження трансжирів і швидких вуглеводів.
- *Поєднання продуктів* – продукти повинні взаємодіяти таким чином, щоб покращувати засвоєння корисних речовин і не створювати додаткового навантаження на травну систему.

Режим харчування відіграє не менш важливу роль, ніж склад раціону. Він впливає на стабільність обміну речовин, роботу травної системи та рівень енергії протягом дня. Основні вимоги до режиму харчування:

- *Час приймання їжі* – дотримання регулярності у харчуванні сприяє правильній роботі шлунково-кишкового тракту, підтримує стабільний рівень глюкози в крові та запобігає переїданню.
- *Тривалість і кратність уживання їжі* – рекомендується 4–5-разове харчування з рівномірним розподілом калорійності між прийомами їжі. Тривалі перерви між прийомами їжі можуть призводити до зниження рівня глюкози в крові, почуття втоми та уповільнення метаболізму.
- *Інтервали між прийомами їжі* – оптимальні проміжки між основними прийомами їжі становлять 3–4 години.
- *Послідовність уживання страв* – рекомендується починати прийом їжі з овочів або салатів, що сприяє підготовці травної системи до основної страви та знижує ризик переїдання.
- *Розподіл маси, енергії та страв протягом дня* – сніданок повинен містити повільні вуглеводи та білки, обід – найбільш калорійний прийом їжі з повним набором нутрієнтів, вечеря – легка, з високим вмістом білка і клітковини.
- *Інтервал між роботою, прийомами їжі та сном* – споживання їжі безпосередньо перед сном може негативно впливати на травлення, спричиняти порушення сну та підвищувати ризик гастроєзофагеального рефлюксу.

Фізіологічні та психологічні аспекти прийому їжі відіграють важливу роль у її засвоєнні та загальному рівні задоволення від харчування. Сприятливе середовище під час їжі позитивно впливає на травлення та загальний стан здоров'я. Основні вимоги до умов прийому їжі:

- Інтер'єр торговельної зали – приємне оточення, відсутність подразників та шуму сприяють релаксації та кращому засвоєнню їжі.
- Сервірування столу – правильна подача страв, використання якісного посуду та сервірування підвищують рівень задоволення від їжі.
- Психологічний мікроклімат – споживання їжі в спокійній обстановці без стресових факторів позитивно впливає на роботу травної системи.
- Висока культура поведінки обслуговуючого персоналу – важливо для громадського харчування та ресторанів, де якість обслуговування впливає на загальне сприйняття їжі.
- Відсутність обмеження у часі – надмірний поспіх під час їжі може спричинити порушення травлення та зниження рівня засвоєння нутрієнтів.
- Вибір страв і продуктів за уподобаннями – харчування має бути не лише корисним, а й відповідати смаковим вподобанням людини для забезпечення максимального задоволення.

Раціональне харчування ґрунтується на принципах забезпечення фізіологічних потреб організму в енергії та нутрієнтах, дотримання режиму харчування та створення комфортних умов для прийому їжі.

1.10. Паспорт здоров'я як індикатор ризиків для здоров'я людини при незбалансованому харчуванні і обмеженні фізичної активності

У сучасному світі, де глобальна урбанізація, малорухливий спосіб життя та зміна харчових звичок призводять до зростання неінфекційних захворювань, моніторинг здоров'я набуває особливої актуальності. Одним із важливих інструментів оцінки стану здоров'я є паспорт здоров'я – персоналізований комплексний документ, що відображає фізіологічні параметри людини, біохімічні показники, оцінку способу життя та рівня фізичної активності. Незбалансоване харчування та гіподинамія є основними факторами ризику розвитку метаболічного синдрому, ожиріння, серцево-судинних захворювань, діабету 2 типу та остеопорозу. Статистичні дані Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) свідчать, що понад 39 % дорослого населення світу має надмірну вагу, а 13 % страждають на ожиріння. Водночас 80 % випадків ішемічної хвороби серця та інсультів можна було б попередити завдяки корекції способу життя.

Паспорт здоров'я — це документ, що відображає фізіологічні показники людини, які можуть бути використані для оцінки ризиків здоров'я. Зокрема, це індекс маси тіла (ІМТ), рівень холестерину, артеріальний тиск та інші параметри, які вказують на наявність ризиків, пов'язаних із неправильним харчуванням та обмеженою фізичною активністю.

Необхідно розглядати паспорт здоров'я як інструмент оцінки ризиків. Паспорт здоров'я містить індивідуальні дані про:

- Антропометричні параметри (зріст, вага, ІМТ, відсоток жирової та м'язової тканини).
- Біохімічні показники (рівень глюкози, холестерину, тригліцеридів, вітамінного

статусу).

- Фізичну активність (середня кількість кроків, час тренувань, рівень витривалості).
- Психоемоційний стан (оцінка рівня стресу, якості сну).
- Харчові звички (частота вживання овочів, фруктів, білкових продуктів, рівень споживання транс-жирів і рафінованих вуглеводів).

Згідно з даними Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA, 2023), 70 % дорослих європейців не споживають рекомендовану норму клітковини (25-30 г/добу), а понад 50 % мають дефіцит вітаміну D, що корелює з підвищеним ризиком остеопорозу та серцево-судинних хвороб.

Розлади харчування та дефіцити нутрієнтів є ключовими факторами ризику розвитку хронічних захворювань:

- Дефіцит білка → атрофія м'язів, ослаблення імунітету, порушення репарації тканин.
- Надмірне споживання насичених жирів і транс-жирів → гіперхолестеринемія, атеросклероз.
- Дефіцит омега-3 жирних кислот → когнітивні порушення, підвищена втомлюваність.
- Недостатнє споживання клітковини → підвищений ризик колоректального раку, запори, метаболічні порушення.

Необхідно відмітити, що гіподинамія є одним із ключових факторів ризику розвитку ожиріння та порушення метаболічного здоров'я. Дані CDC (2023) показують, що люди, які щодня роблять менше 5000 кроків, мають на 40% вищий ризик серцево-судинних захворювань порівняно з тими, хто проходить понад 10 000 кроків. Недостатня фізична активність впливає на: метаболізм глюкози → підвищений ризик інсулінорезистентності та діабету II типу; м'язовий тонус → атрофія м'язів, зниження рівня базального метаболізму; психоемоційний стан → підвищений рівень стресу, кореляція з депресією

Практичне застосування паспорта здоров'я дозволяє: виявити ранні ознаки ризиків (дефіцити нутрієнтів, метаболічні порушення); коригувати раціон на основі даних про харчові звички та рівень фізичної активності; розробляти персоналізовані програми профілактики та харчові стратегії; мотивувати до здорового способу життя, надаючи наочні показники змін у стані здоров'я. Паспорт здоров'я є ефективним інструментом для оцінки та корекції факторів ризику, пов'язаних із незбалансованим харчуванням та малорухливим способом життя. Статистичні дані підтверджують необхідність впровадження персоналізованого підходу до харчування та фізичної активності з метою зменшення ризику хронічних захворювань.

Паспорт здоров'я – це не просто документ, а дієвий інструмент у запобіганні хворобам та підтримці оптимального рівня здоров'я в умовах сучасного способу життя.

Рекомендації щодо розробки паспорту здоров'я.

1. Розробити програму цифрового моніторингу паспорта здоров'я із

регулярним оновленням показників

2. Для ефективного відстеження змін у стані здоров'я необхідно впровадити цифровий паспорт здоров'я, який міститиме персоналізовані показники та оновлюватиметься в реальному часі.

Ключові аспекти впровадження:

- *Мобільний додаток або онлайн-платформа* для внесення даних про фізичну активність, раціон, результати лабораторних аналізів.
- *Синхронізація з фітнес-трекерами та смарт-годинниками* для автоматичного відстеження рівня активності, серцевого ритму та якості сну.
- *Розрахунок індивідуальних ризиків* на основі консультації з лікарем, який аналізуватиме зміни у вазі, харчуванні, рівні активності та біохімічних показниках.
- *Сповіщення та нагадування* про необхідність проходження аналізів, оновлення інформації щодо здоров'я.

Очікуваний результат:

- Персоналізований підхід до здоров'я, заснований на об'єктивних даних.
- Вчасне виявлення ризиків та можливість їхньої корекції.
- Підвищення відповідальності користувачів за власне здоров'я.

Включити скринінгові методики для раннього виявлення дефіцитів нутрієнтів. Раннє виявлення дефіцитів макро- та мікронутрієнтів допоможе запобігти розвитку хронічних захворювань та покращити якість життя.

Запропоновані методи скринінгу:

Лабораторні аналізи крові:

- Визначення рівня заліза, феритину, вітамінів D, B₁₂, фолатів.
- Аналіз ліпідограми (загальний холестерин (Total Cholesterol), ліпопротеїни низької щільності (LDL, Low-Density Lipoprotein, "поганий холестерин"), ліпопротеїни високої щільності (HDL, High-Density Lipoprotein, "хороший холестерин"), коефіцієнт атерогенності (КА, Atherogenic Index, AI).
- Оцінка мінерального балансу (кальцій, магній, цинк).

Біоімпедансний аналіз тіла для визначення рівня м'язової та жирової маси.

Оцінка стану кишкової мікрофлори, що впливає на засвоєння поживних речовин.

Генетичне тестування для виявлення схильності до дефіцитів певних нутрієнтів.

Очікуваний результат:

- Раннє виявлення дефіцитів і персоналізована корекція харчування.
- Запобігання наслідкам хронічних дефіцитів, таких як анемія, остеопороз, імунні порушення.
- Оптимізація раціону відповідно до потреб організму.

Важливою є участь в освітніх програмах щодо корекції харчових звичок на основі отриманих даних. Зміна харчової поведінки можлива лише за умови усвідомлення людьми її впливу на здоров'я.

Ключові напрямки освітніх програм:

- *Персоналізовані консультації з нутриціологами та дієтологами* на основі

показників паспорта здоров'я.

- Вебінари та інтерактивні курси щодо впливу нутрієнтів на організм, запобігання дефіцитам, складання збалансованого раціону.
- Майстер-класи з приготування здорових страв із врахуванням нутрієнтних потреб організму.
- Створення інформаційних матеріалів (інфографіки, брошури, мобільні додатки), які популяризують принципи здорового харчування.

Очікуваний результат:

- Покращення харчових звичок серед населення.
 - Зниження рівня захворювань, пов'язаних із незбалансованим харчуванням.
 - Підвищення мотивації до здорового способу життя.
- Регулярна фізична активність є ключовим фактором профілактики серцево-судинних захворювань, діабету та ожиріння.

Стратегії впровадження:

- Персоналізовані програми фізичної активності, які враховують вік, рівень підготовки та стан здоров'я.
- Інтеграція паспорта здоров'я з додатками для моніторингу активності (Google Fit, Apple Health, MyFitnessPal).
- Групові програми активності (скандинавська ходьба, функціональні тренування, йога, пілатес) для підвищення залученості населення.
- Мотиваційні челенджі та нагороди (знижки у спортивних клубах, бонуси за активний спосіб життя).

Очікуваний результат:

- Підвищення рівня фізичної активності населення.
- Зниження ризику ожиріння, гіпертонії, діабету 2 типу.
- Покращення фізичного та психоемоційного стану.

Необхідно відмітити, що впровадження паспорта здоров'я в комплексі з цифровим моніторингом, скринінговими дослідженнями, освітніми програмами та стимулюванням фізичної активності дозволить ефективно контролювати стан здоров'я, запобігати розвитку хронічних захворювань і підвищити якість життя населення. Здоров'я починається з усвідомленого вибору. Паспорт здоров'я – це ключ до персоналізованої профілактики та довголіття.

Контрольні запитання за темою

1. Що покладено в основу систематизації основних видів харчових продуктів?
2. Чим відрізняються окремі групи харчових продуктів за призначенням?
3. Які основні положення адекватного харчування виділяють науковці?
4. Які аспекти передбачають гігієнічні основи харчування людини?
5. За якими критеріями можна оцінити соціально-економічні передумови створення в Україні індустрії функціонального харчування?
6. Які основні напрямки наукових досліджень за системою адекватного харчування?

РОЗДІЛ 2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРЧОВІ ІНГРЕДІЄНТИ

2.1. Формування інгредієнтного складу харчових продуктів

➤ *Функціональний харчовий інгредієнт* – живий мікроорганізм, речовина або комплекс речовин чи матеріалів мікробного, тваринного, рослинного або мінерального походження, або ідентичні природним, які при систематичному використанні у харчовому продукті мають науково доведену та підтверджену здатність здійснювати вплив на одну або декілька фізіологічних функцій або метаболічних процесів в організмі людини [1].

До функціональних харчових інгредієнтів відносять речовини з відомими фізичними та хімічними властивостями, які є біологічно активними, цінними та безпечними для здоров'я. До функціональних харчових інгредієнтів належать: розчинні та нерозчинні харчові волокна, пробіотичні бактерії; олігосахариди, які не засвоюються; стійкі крохмалі; харчові волокна; поліненасичені жирні кислоти; вітаміни; антиоксиданти; органічні кислоти; мінеральні речовини; глікозиди та ізопреноїди; амінокислоти та пептиди; ферменти.

У міжнародному співтоваристві питанням функціональних інгредієнтів займаються спеціалізовані міжнародні організації – Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ з харчових добавок і контамінантів – ЖЕСФА (FAO - Food and Agricultural Organization – установа ООН з питань продовольства і сільського господарства; ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я) Подібні комітети діють і в Європейському співтоваристві.

В Україні вирішення питань щодо застосування функціональних інгредієнтів є прерогативою центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я, що встановлює порядок реєстрації функціональних інгредієнтів відповідно до Закону України "Про безпечність та якість". Схваленню використання функціонального інгредієнта в продуктах харчування передують токсикологічні та біомедичні дослідження, які встановлюють критерії чистоти функціонального інгредієнта, перелік продуктів, у яких функціональний інгредієнт може використовуватися, умови введення; встановлюється припустиме добове споживання. Сучасний ринок харчових добавок пропонує широкий вибір функціональних інгредієнтів і сумішей [5].

На ринку функціональних інгредієнтів домінують великі компанії з потужною науковою базою та великим виробничим досвідом. Серед них можна виділити наступні основні компанії:

- ◆ DSM Nutritional Products (Швейцарія) – лідер у дослідженні, розробці та виробництві вітамінів і каротиноїдів;
- ◆ Plantextrakt (Німеччина) – розробляє і виробляє екстракти корисних рослин і чаї;
- ◆ Diana Natural (Франція) – відомий виробник концентрованих фруктових та овочевих соків, пластівців та порошків;

- ◆ Rocket (Франція) виробляє цукрозамінники на основі цукрового спирту та розчинні волокна для діабетичних кондитерських виробів. Біологічно активні речовини можна додавати до більшості продуктів. При цьому слід керуватися наступними принципами:
 - ◆ продукти повинні споживатися регулярно і бути різноманітними;
 - ◆ щоденне споживання не повинно суттєво відрізнятися;
 - ◆ функціональні інгредієнти не повинні змінювати основні органолептичні властивості покращеного продукту;
 - ◆ харчова технологія повинна забезпечувати використання функціональних інгредієнтів без втрати біологічно активних властивостей;
 - ◆ використання функціональних інгредієнтів має бути економічно доцільним;
 - ◆ порція продукту повинна рівномірно містити функціональні інгредієнти на рівні 15 – 50 % від рекомендованого споживання.

2.2. Олігосахариди та їх функціональні властивості.

Олігосахариди – це вуглеводи, що складаються моносхаридних залишків однакової або різної природи, з'єднаних глікозидними зв'язками.

Найпоширенішими дисахаридами, що зустрічаються в природі, є мальтоза, лактоза і сахароза..

➤ *Софороза* – це дисахарид, похідний глюкози з незвичайним β -1,2-зв'язком. Вона присутня в різних рослинах, таких як стевія, і виробляється різними мікроорганізмами, такими як *Acetobacter*. Софорози – це продукти гідролізу гетерозидів, таких як стевіозид і кемпферол софорозид. Софорози пов'язані з багатьма флавоноїдами (флавоноїдні софорозиди: антоціани та флавори) та ліпідами (софороліпіди).

➤ *Лактоза* – це дисахарид міститься тільки в молоці. Під час перетравлення їжі лактоза гідролізується ферментом лактазою, який є дуже активним у немовлят. Молоко містить 4 – 6% лактози. Лактоза використовується у виробництві лактулози – цінних ліків для лікування кишкових розладів, таких як закрепи. Лактоза є джерелом енергії для людини і бере участь у таких важливих процесах, як обмін кальцію. Вона стимулює нейромодуляцію та підтримує мікрофлору кишечника, збільшуючи кількість лактобактерій, запобігаючи розвитку гнильних процесів.

Дисахариди лактулоза і ксилобіоза мають властивості олігосахаридів що не перетравлюються. Найважливішими природними трисахаридами є рафіноза.

➤ *Рафіноза* міститься в квасолі, капусті, брюссельській капусті, броколі, спаржі, інших овочах і цільних зернах. Гендіаноза вперше була знайдена в жовтому корені тирличу.

➤ *Меліцитоза* – це трисахарид, що не відновлюється. Меліцитоза міститься в медовій попелиці, нектарі та соку багатьох дерев і рослин, меді та деяких сортах манної крупи.

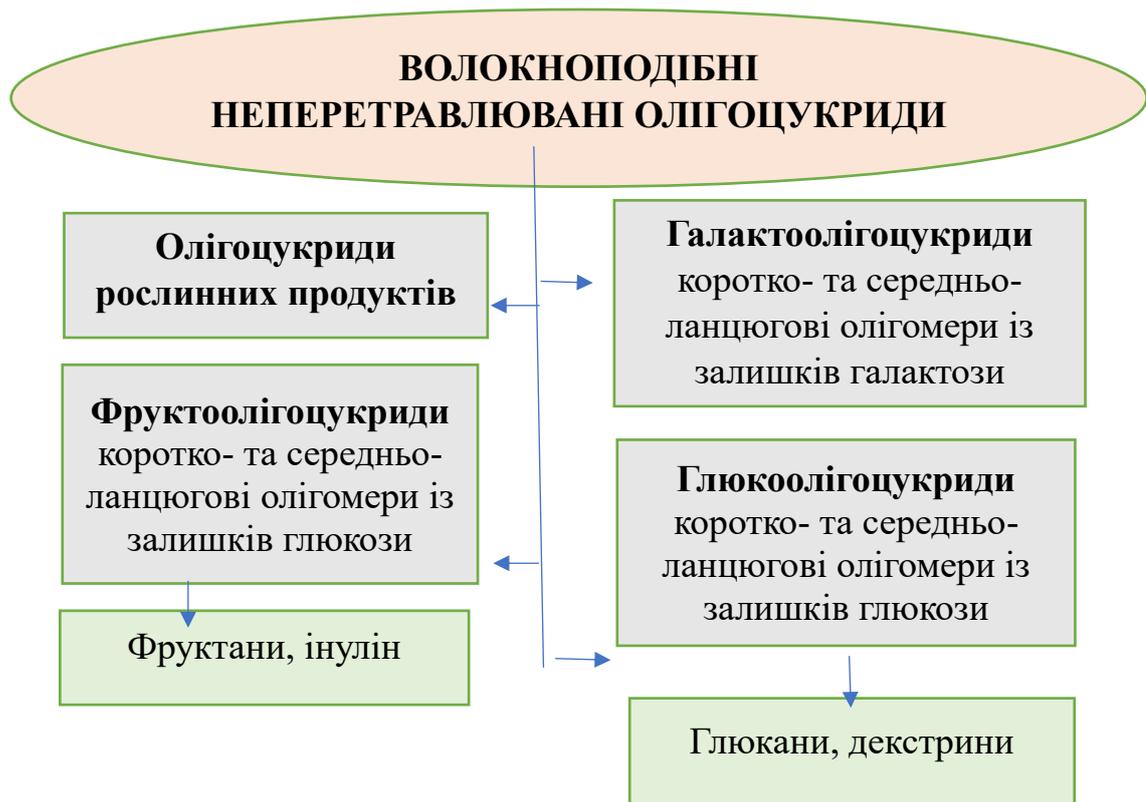


Рисунок 2.1 – Класи волоконоподібних неперетравлюваних олігоцукридів [82].

У природі існують і більш складні олігосахариди – тетрасахариди, що складаються з чотирьох моносахаридів.

➤ *Стахіоза* – це тетрасахарид, зустрічається у більш ніж 100 видах рослин. Стахіоза міститься в жовтому люпині, соєвих бобах, горохові, сочевиці, квасолі, м'якій озимій пшениці, бобах і насінні нуту. Вона також міститься в соєвому борошні та нерафінованому буряковому цукрі. Він майже не розщеплюється в тонкому кишечнику, що є дуже сприятливим середовищем для корисної кишкової флори. У рослинних клітинах стахіоза може бути як донором, так і акцептором залишків галактози у вуглеводному обміні (транс-глікозилування).

➤ *Фруктани*. Інулін та олігофруктоза – рослинні полісахариди, які гідролізуються до фруктози.

Інулін складається із залишків D-фруктози (близько 96%) і D-глюкози (близько 6%), з'єднаних β -2,1-ланцюгами, з 35 – 42 залишками фруктози в нерозгалуженому ланцюзі. Молекулярна маса інулїну визначається в межах 5000 – 6000. Вперше інулін для харчової промисловості був отриманий екстрагуванням з коріння цикорію. Він може бути двох типів:

- інулін натурального походження, екстрагований з частин багатьох наземних рослин, наприклад: корінь цикорію 30%, бульба топінамбура 16 – 20%, артишок 2 – 6,8%, спаржа 1,4 – 4,1%, трава ячменю 22%, часник 17,4%, цибуля 1,1 – 10,1%, житні висівки 7%, крупи 4,6 – 6,6%, білий пшеничний

хліб 0,7 – 28%, борошно 1 – 4%;

- інуліноподібний фруктан, одержуваний синтетичним шляхом, у тому числі мікробним синтезом.

Олігофруктоза утворюється в результаті ферментативного гідролізу інуліну в коренях цикорію. Інулін та олігофруктоза повністю рослинного походження, мають особливі поживні властивості, які роблять їх придатними для використання в якості дієтичних, функціональних, лікувальних та профілактичних продуктів харчування, низькокалорійні, не впливають на рівень глюкози та інсуліну в крові і тому підходять для діабетичних та низьковуглеводних дієт, можуть використовуватися як харчові інгредієнти для виробництва функціональних продуктів харчування з різними властивостями, а також як інгредієнти, що покращують смак і текстуру та дозволяють замінити цукор і жир. Інулін та олігофруктоза є харчовими волокнами та пребіотиками (сприяють росту біфідобактеріальної флори в кишечнику), покращують засвоєння кальцію та підвищують імунітет. Олігофруктоза має високу розчинність і приємну солодкість (30% цукру) і тому може використовуватися як заміник цукру в поєднанні з сильними підсолоджувачами. Інулін та олігофруктозу зазвичай додають перед етапом гомогенізації. Інулін та олігофруктоза стабільні при високих температурах, але схильні до гідролізу в дуже кислому середовищі (нижче рН 4). Кількість доданих інуліну та олігофруктози варіюється в межах 0,5 – 10% залежно від типу продукту та мети додавання, але в більшості випадків не перевищує 2%.

Інулін міститься у понад 36 000 видів рослин, переважно в родинях Asteraceae, Bulbulaceae та Poaceae, і діє в рослинному організмі подібно до крохмалю. Перш за все, інулін є харчовим волокном і його основними властивостями є: зниження рівня глюкози, холестерину, тригліцеридів і фосфоліпідів у крові; зниження факторів ризику серцево-судинних захворювань; імуномодельюча, гепатопротекторна, антиоксидантна, антикоагулянтна і онкопрофілактика; виведення з організму солей і радіонуклідів; модифікація мікрофлори кишечника, сприяння розвитку біфідобактерій і пригнічення розвитку патогенної бактеріальної флори кишківника, сприяння нормальному функціонуванню шлунково-кишкового тракту. Важливою є також здатність інуліну покращувати засвоєння кальцію майже на 20%. Продукти з інуліном рекомендуються хворим на цукровий діабет I і II типу, ожиріння, ішемічну хворобу серця, інфаркт міокарда та інші захворювання, пов'язані з порушенням обміну речовин, а також для профілактики захворювань. Калорійність інуліну становить 1 ккал/г, що є досить низьким показником.

Інулін та олігофруктоза виробляються в промислових масштабах шляхом водної екстракції з коренів цикорію і наразі є найпоширенішими пребіотиками у світі. Пребіотики відіграють важливу роль у підтримці мікробного життя в шлунково-кишковому тракті людини, а нормальний функціональний стан мікробіоти кишечника є передумовою фізичного здоров'я.

Олігосахариди, що не засвоюються, використовуються як харчові добавки

в молочних продуктах, кондитерських виробках, фруктових консервах, напоях, м'ясних і рибних напівфабрикатах. Концентрати неперетравлюваних олігосахаридів виробляються в промислових масштабах біотехнологічно з сої, висівок, цукрового буряка, картопляних вичавок, клітинних стінок рослин або шляхом ферментативного гідролізу за допомогою вуглеводних ферментів.

2.3 Резистентні види крохмалю та їх фізіологічні властивості

Неправильне харчування може призвести до ожиріння, діабету, панкреатиту та викликати «прихований голод». Тенденція що до зниження споживання вуглеводів, сприяло розвитку наряду застосування у виробництві харчових продуктів резистентного крохмалю (RS). Резистентні крохмалі є джерелом функціональної клітковини, відіграють важливу роль у фізіології травлення і вважаються пребіотиками. Продукти, виготовлені з використанням резистентного крохмалю, мають низький глікемічний індекс. Крім того, резидентні крохмалі позитивно впливають на функцію шлунково-кишкового тракту, мікрофлору та рівень холестерину в крові, знижують ризик розвитку раку кишечника та діабетичних захворювань. Додавання резистентного крохмалю до раціону людини збільшує кількість лактобактерій та біфідобактерій. Таким чином, резистентний крохмаль є перспективним харчовим функціональним інгредієнтом.

Більшість крохмалів повністю перетравлюється і розщеплюється до глюкози в тонкому кишечнику, яка потім всмоктується в кров. Стійкий або резистентний крохмаль не може ферментуватися в тонкому кишечнику, тому він потрапляє в товстий кишечник, де стає дуже цінною їжею для анаеробної (безкисневої) мікрофлори, де піддається мікробній ферментації з утворенням коротко-ланцюгових жирних кислот, вуглекислого газу, водню і метану.

Резистентний крохмаль – це крохмаль, який може протистояти ферментативному гідролізу в шлунково-кишковому тракті людини завдяки співвідношенню амілози та амілопектину, типу кристалічності, розміру гранул, крохмаль-білковим взаємодіям, утворенню амілозо-ліпідних комплексів та вмісту крохмалю зворотного градієнта. За даними Європейської комісії, енергетична цінність:

- стійкого крохмалю становить 2 ккал/г,
- пшеничного крохмалю – 3,44 ккал/г,
- картопляного крохмалю – 3,57 ккал/г
- кукурудзяного крохмалю – 3,81 ккал/г [1].

Крохмаль ферментується мікрофлорою товстого кишечника, виробляючи коротколанцюгові жирні кислоти, збільшуючи кількість корисних бактерій і стимулюючи бактерії, що виробляють бутират, тим самим приносячи користь здоров'ю людини. Це призводить до утворення карбонових кислот, таких як оцтова, пропіонова та масляна кислоти. Масляна кислота є джерелом енергії для клітин слизової оболонки товстої кишки. Карбонові кислоти поглинаються бактеріями, що живуть у нижньому відділі кишечника, і є корисними для

пребіотиків, тобто природної мікрофлори кишечника людини.

Фізіологічна функціональність резидентного крохмалю подібна до харчових волокон. Резидентний крохмаль покращує здоров'я товстої кишки та збільшує випорожнення. У порівнянні з харчовими волокнами, резистентний крохмаль сприяє утворенню бутиратів і покращує роботу товстої і прямої кишки. Крім того, резидентний крохмаль впливає на метаболізм, знижуючи рівень глюкози в крові, і сприяє зниженню ваги. Як наслідок, резистентний крохмаль класифікується як пребіотик і діє як субстрат для мікрофлори шлунково-кишкового тракту. Найважливішою фізіологічною дією резидентних крохмалів у товстій кишці є ферментативний метаболізм. Ферментація полісахаридів забезпечує енергію, яка сприяє росту бактеріальної мікрофлори та утворенню інертних газів (CO_2 , метану і водню) і коротколанцюгових жирних кислот (які знижують ризик росту ракових клітин). Деякі види резидентних крохмалів виводяться з організму в основному в незміненому стані.

Резистентні крохмалі – це натуральні харчові інгредієнти, які можуть мати позитивний вплив на здоров'я людини, зокрема, на зміцнення імунної системи. Резистентний крохмаль є важливим компонентом функціональних продуктів харчування. Крохмаль класифікують за швидкістю та ступенем перетравлення на швидкорозчинний (RDS), повільно розчинний (SDS) та резистентний крохмаль (RS). Стійкі крохмалі використовуються в хлібобулочних і молочних виробках, різних закусках, сухих сніданках, макаронних виробках, локшині, кондитерських виробках, м'ясі та напоях.

Гранули сирого крохмалю бананів, картоплі погано перетравлюються, що залежить не від вмісту амілози або амілопектину, а від структури гранул, що захищають крохмаль. Рослини виробляють крохмаль із різними типами структури та характеристиками форми, які можуть вплинути на травлення. Чим менші гранули крохмалю, тим більше вони піддаються ферментативному перетравленню, оскільки більший відсоток площі поверхні призводить до кращого зв'язування ферментів. Стійкість крохмалю можна підвищити (або знизити) шляхом хімічної або термічної модифікації. Утворення глікозидних зв'язків, відмінних від звичайних α -(1-4)- і α -(1-6)-зв'язків під час термічної обробки, зменшує доступ до ферментативної дії; виробництво резистентного крохмалю зазвичай досягається як термічними, так і ферментативними методами та їх комбінацією, включаючи клейстеризацію і ретроградацію крохмалю. Крім того, ферментативна дія і частковий кислотний гідроліз можуть видалити амілопектинові відгалуження і зменшити молекулярну масу. Утворюються більш лінійні ділянки та агрегація крохмального полімеру, що призводить до кристалізації структури і збільшує вихід ретроградного крохмалю. Ступінь видалення розгалужених структур крохмалю впливає на формування стійкості. Зокрема, після видалення розгалужень крохмалю переважно отримують лінійні фрагменти зі ступенем полімеризації 100 – 300 одиниць глюкози. RS має низьку резистентність, коли містить менше 100 одиниць глюкози, оскільки полімери недостатньо довгі, щоб утворювати

ферментостійкі кристаліти. З іншого боку, лінійно ланцюгові полімери не можуть ефективно вирівнюватися з утворенням стійких до ферментів кристалічної структури при недостатньому гідролізі крохмалю. Ступінь стійкості до крохмалю становить 8,2% для пшеничного крохмалю, 10,9% для кукурудзяного крохмалю, 14,5% для картопляного крохмалю, 15,1% для крохмалю тритикале і 35,0% для високоамілозного горохового крохмалю [10–12]. Структурні характеристики різних видів резистентного крохмалю є наступними (рис. 2.3)

Для отримання стійких крохмалів використовують різні методи, що дозволяють переробити їхню природну структуру. Зокрема, існує чотири основні методи:

1. Фізичний – основним процесом є температурне циклування, яке призводить до реорганізації лінійних ланцюгів, що утворюють структуру, стійку до гідролізу травними ферментами;

2. Хімічний – модифікація крохмальних гранул шляхом лінеаризації, ацетилювання, фосфорилування, окислення, етерифікації та комбінації цих процесів.

3. Ферментативний – направлений на руйнування амілопектинових зв'язків α -1-6-пулулазазою і ізоамілазою, що змінює структуру крохмалю в процесі ретроградації; інші ферменти, такі як α - та β -амілаза, використовується для гідролізу аморфних областей крохмалю з утворенням щільно упакованої кристалічної структури;

4. Генетичний – виведення сортів сільськогосподарської сировини з високим вмістом амілози і крупними крохмальними гранулами .

Стійкий крохмаль міститься в багатьох сільськогосподарських продуктах у трьох формах: RS1 міститься в насінні, бобових і необробленому або мінімально обробленому цілісному зерні; в RS1 молекули крохмалю упаковані в щільні гранули, а клітинна стінка в основному не пошкоджена, що забезпечує фізичний бар'єр для ферменту амілази RS2 містить багато амілози, упакованої в щільні гранули, тому крохмаль не розщеплюється і не вбирає воду. Тому RS2 перетравлюється дуже повільно, його багато в картоплі, кукурудзі, незрілих бананах, борошні та ін. RS3 стабільний лише тоді, коли частина крохмального ланцюга розширюється під час варіння та обробки, а потім стискається RS3 – це тип крохмалю з високим вмістом амілози, який утворюється під час процесу желатинізації крохмалю під час варіння. Однак, коли цей крохмаль охолоджується, амілоза конденсується і стає неперетравлюваною. Картопля, хліб і деякі зернові (наприклад, кукурудзяні пластівці) є поширеними джерелами RS3; RS4 не зустрічається в природі, утворюється в результаті хімічної або термічної обробки і має як розчинні, так і нерозчинні властивості [1]. Наприклад, картопля містить 13,5 г стійкого крохмалю на 100 г сирої, 1,8 г вареної, 5,0 г вареної та охолодженої, 3,6 г печеної, 3,5 г чипсів. Коли картопля вариться і охолоджується, частина крохмалю перетворюється на стійкий крохмаль [2].

Стійкий крохмаль використовується у виробництві хлібобулочних і

молочних виробів, снєків, сухих сніданків, макаронних виробів, кондитерських виробів, м'ясних продуктів. Він застосовується як замітник жиру в рецептурах ковбас, має низьку калорійність і може використовуватися для виготовлення продуктів з низьким вмістом жиру і цукру. Смакові властивості в поєднанні з низьким глікемічним індексом підвищують потенціал використання швидкорозчинного крохмалю в рецептурах продуктів харчування для людей, які страждають на діабет і ожиріння [2]

2.4. Характеристика харчових волокон, та їх фізіологічна функція

Сучасна концепція здорового харчування базується на таких основних принципах:

- ✓ максимально зменшити кількість забруднюючих речовин (токсичних елементів, радіонуклідів), що потрапляють в організм з їжею;
- ✓ контроль за сорбцією та накопиченням забруднювачів в організмі;
- ✓ дотримання принципу збалансованості харчування;
- ✓ введення в щоденний раціон концентрованих продуктів, що сприяють зміцненню здоров'я, з функціональним інгредієнтом харчових волокон (які мають детоксикаційні властивості).

Найкращим способом виробництва функціональних продуктів для спеціального харчування є використання переробленої сировини природного походження, яка не має побічної дії на організм людини, але має досить виражений ефект зв'язування різних забруднювачів. Типовим прикладом є харчові волокна.

Наявність карбоксильних груп у геміцелюлозі та пектинових речовинах харчових волокон, карбоксильних та аміногруп у білках і фенольних гідроксильних груп у лігніні зумовлюють їхню здатність зв'язувати катіони, впливати на мінеральний обмін у травному тракті, зв'язувати токсичні елементи та радіонукліди в нерозчинні комплекси, що не всмоктуються і виводяться з організму.

Харчові волокна – це природний компонент їжі, який є стійким до дії ферментів, не перетравлюється ендогенними секретами шлунково-кишкового тракту людини і не всмоктується в тонкому кишківнику, впливаючи на процеси перетравлення і всмоктування поживних речовин. Характерно, що вона стійка до дії гліколітичних ферментів. У товстому кишківнику харчові волокна частково гідролізуються наявною мікрофлорою.

Харчові волокна, можна використовувати як технологічні добавки, які змінюють структуру і хімічні властивості харчових продуктів, а також як функціональні інгредієнти, які спричиняють позитивний вплив, як на окремі системи організму людини, так й на весь організм у цілому.

До продуктів, збагачених харчовими волокнами, відносяться насамперед хлібобулочні, макаронні, кулінарні та кондитерські вироби, напої, десерти та закуски. Рекомендована норма споживання харчових волокон становить 20 г/добу. У разі дисфункції товстої кишки кількість клітковини в раціоні слід

збільшити

Існує декілька класифікацій харчових волокон. (рис 2.2).

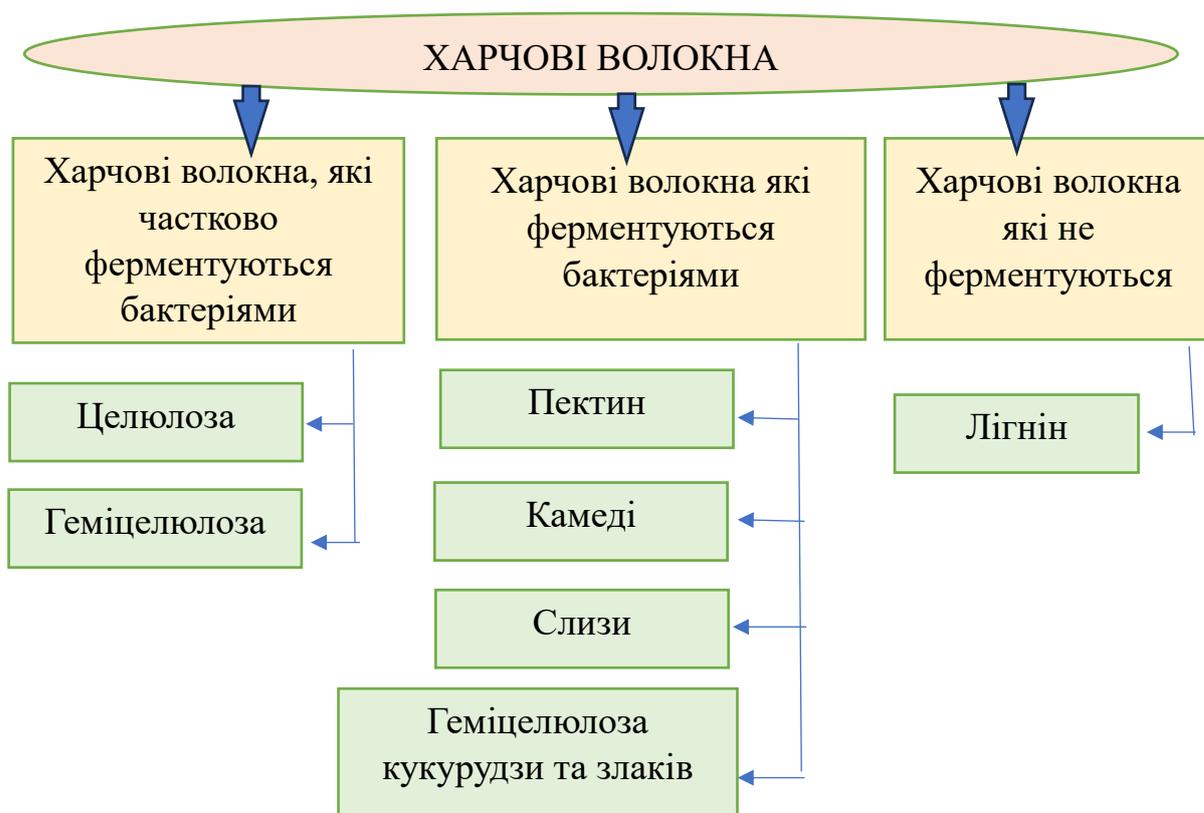


Рисунок.2.2 – Класифікація за ферментативної здатності [81]

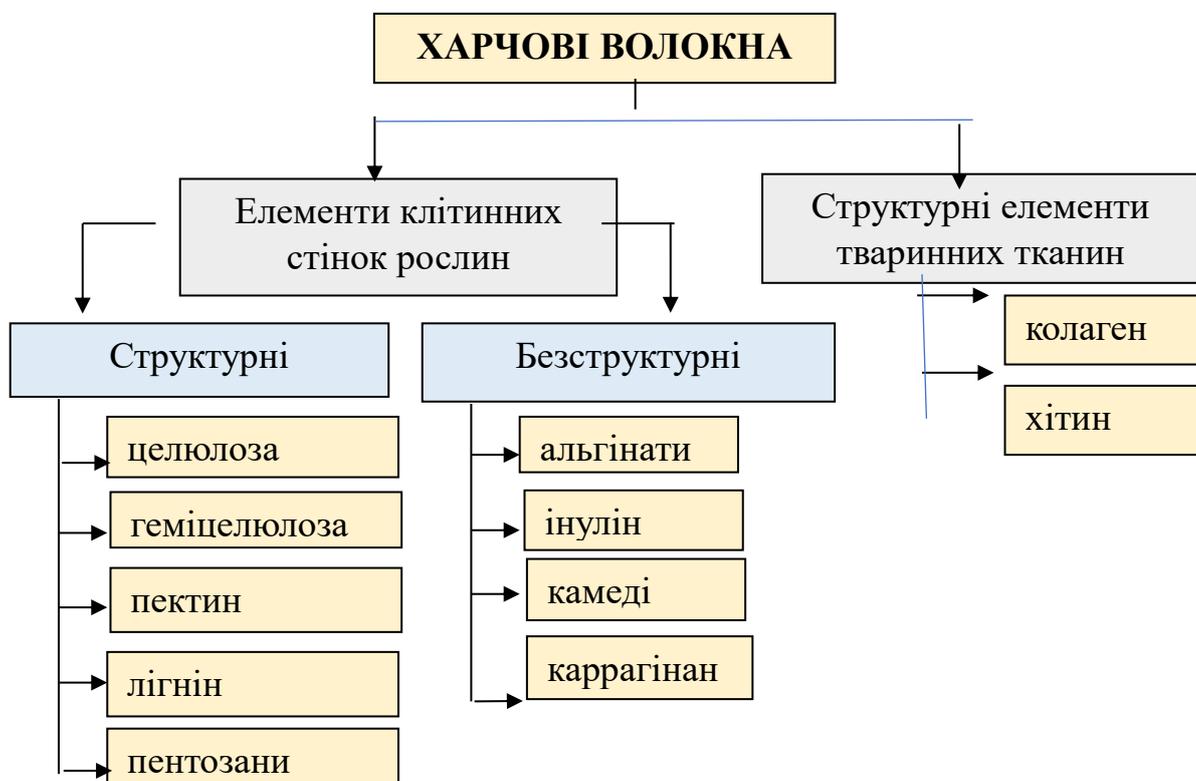


Рисунок 2.3– Класифікація харчових волокон за сировиною [82].

Класифікацію харчових волокон можна представити у вигляді схеми



Рисунок 2.4 – Класифікації харчових волокон [80].

Різні типи харчових волокон мають різні функції:

- розчинні волокна краще виводять важкі метали, токсичні речовини, радіоізотопи, холестерин;
- нерозчинні волокна краще утримують воду, сприяючи формуванню м'якої еластичної маси в кишківнику, поліпшуючи її виведення;
- целюлоза абсорбує воду та допомагає виведенню з організму токсинів і шлаків та сприяє регулюванню рівня глюкози;
- лігнін сприяє видаленню холестерину і жовчних кислот, які перебувають у шлунково-кишковому тракті;

- камедь й гуміарабік розчиняються у воді та набухають, створюючи почуття ситості;
- пектин запобігає потраплянню в кров надлишкового холестерину і жовчних кислот [3].

Основними властивостями харчових волокон є:

- ❖ здатність утримувати воду – перше місце займають волокна пшеничних висівок, далі йдуть волокна моркви і яблук, баклажанів, капусти, груш, зеленого горошку та ін.;
- ❖ адсорбційний ефект – зв’язують і виводять з організму жовчні кислоти, адсорбують різноманітні метаболіти, токсини, електроліти, важкі метали та інші ксенобіотики;
- ❖ джерело енергії – 50 % харчових волокон під дією бактерій розпадається до жирних кислот, діоксиду вуглецю, водню й метану;
- ❖ антиканцерогенна дія – зв’язують рецептори та естрогени епітелію молочної залози й товстої кишки, блокуючи проліферацію клітин під дією естрогенів;
- ❖ позитивно впливають на обмін ліпідів – забезпечують профілактику серцево-судинних захворювань та ожиріння;
- ❖ нормалізують мікрофлору кишківника – знижується ризик захворювання дисбактеріозом;
- ❖ уповільнюють гідроліз вуглеводів, нормалізують рівень глюкози в крові (знижується ризик захворювання на діабет);
- ❖ нормалізують проходження хімусу кишківником (знижують ризик онкологічних захворювань, запорів, геморою, дивертикульозу);
- ❖ проявляють пребіотичну дію (сприяють бактеріальному синтезу вітамінів В₁, В₂, В₆, РР) [7].

За характером взаємодії з водою харчові волокна поділяються на:

- розчинні (пектин, β-глюкан, галактоманнан, інулін та інші олігосахариди, які не перетравлюються в травному тракті людини)
- нерозчинні (лігнін, целюлоза і геміцелюлоза).

Середній вміст (1 – 1,9 г/100 г) харчових волокон міститься в моркві, перці, пастернаку, пастернаку, редисці, гарбузі, дині, чорносливі, лимонах, апельсинах, кукурудзі, квасолі, гречаному борошні, перловій крупі та житньому хлібі. Більш високі концентрації (2 – 3 г/100 г) містяться в часнику, журавлині, червоній смородині, чорній смородині, чорноплідній горобині та хлібі з білкового висівкового борошна. Кріп, курага, полуниця, малина, чорний чай (4,5 г/100 г), вівсяне борошно (7,7 г/100 г), пшеничні висівки (8,2 г/100 г), сушена шипшина (10 г/100 г), смажені кавові зерна (12,8 г/100 г), вівсяні висівки (14 г/100 г) містять більше 3 г/100 г клітковини. Багато клітковини містять квасоля (3,9 – 5,7%), вівсянка (2,8%), лляне насіння (1,9%), крупи (2,3%), морква, помідори і кабачки (1,2%), картопля і гречка (1,1%) і цільнозерновий пшеничний хліб (2,0%) [3].

Харчові волокна включають *целюлозу, геміцелюлозу, камеді, пектин, слиз і поліглікани*, такі як *каррагінан і альгінова кислота*. Їхні структурні

характеристики впливають на фізико-хімічні властивості, зокрема на адсорбційну та водоутримуючу здатність.

★ *Пектин* – колоїдний полісахаридний комплекс. За хімічною структурою це полігалактуронова кислота, частина карбоксильних груп якої естерифікована залишками метилового спирту. Пектини входять у клітинний каркас тканини фруктів й зелених частин рослин, що дає можливість використовувати їх з конкретною практичною метою. Сорбційні властивості пектину допомагають зв'язувати холестерин, радіонукліди, важкі метали (свинець, ртуть, стронцій, кадмій тощо) та канцерогени, які потім виводяться з організму. Пектин також має адсорбційні властивості і може зв'язувати холестерин, радіонукліди та солі важких металів (свинець, ртуть, стронцій, кадмій тощо) і виводити їх з організму. Пектин сприяє загоєнню пошкодженої слизової оболонки кишечника завдяки своїм обволікаючим властивостям. [7].

Профілактична доза пектину для людей, що контактують з важкими металами, становить 2 – 4 г на добу і 15 – 16 г на добу в умовах радіоактивного забруднення. Пектинові речовини цукрових буряків і вишні мають найвищу комплексо-утворюючу здатність щодо радіонуклідів і важких металів. Коренеплоди столових і кормових буряків містять 20% пектинових речовин, більше, ніж морква (6 – 15%) і кабачки (3 – 17%). Серед фруктів найбільше пептидів містять яблука (6 – 18%), груші (3 – 8%). Цитрусові – лимони, мандарини, апельсини та грейпфрути – містять майже однакову кількість пектину (9 – 14%). Ягоди є перспективним джерелом пектину. Наприклад, чорна смородина містить від 5 до 11% пектинових речовин, а агрус - від 5 до 8%. Стебла та кошики соняшника містять 20 – 35% пектину [1].

★ Найбільш відомим і широко використовуваним харчовим волокном є *целюлоза*. Целюлоза практично не перетравлюється в кишківника, оскільки організм людини не синтезує гідролізуючі ферменти. Целюлоза біологічно розкладається під дією мікробних ферментів. Мікрофлора товстого кишківника ферментує целюлозу, що міститься в овочах і фруктах. Целюлоза, що використовується в харчовій промисловості, доступна в мікрокристалічній формі. Існує два типи целюлози E460 є мікрокристалічною целюлозою (МКЦ), і E460ii, яка є порошкоподібною целюлозою (МСС), отриманою з рослинних джерел (деревина, бавовна). МКЦ використовується в низькокалорійних дієтичних продуктах; МСС використовується в борошняних кондитерських виробках, сніданках кашах, молочних продуктах, салатах і кремах, а також рекомендується як засіб, що знижує калорійність.

★ *Геміцелюлоза* – це розгалужений полісахарид, що містить пентози та гексози. Вона є важливою частиною комплексу неперетравлюваної клітковини і має важливе значення для моторики кишківника. Геміцелюлоза сприяє зниженню кардіологічних захворювань та злоякісних новоутворень прямої кишки, та потребу в інсуліні для хворих діабетом Геміцелюлози входять до складу клітинних оболонок й представляють досить великий й різноманітний клас рослинних вуглеводів. Вона багато міститься в зернових, добре зв'язується з водою і катіонами і в невеликих кількостях міститься в овочах і

фруктах.

✦ *Камеді* – розгалужені полімери глюкуронової й галактуринової кислот, із приєднанням залишків арабінози, манози, ксилози, а крім того солей магнію і кальцію. Камеді містяться в деяких фруктах і їстівних водоростях. Вони не входять до складу клітинної мембрани, мають складну структуру, розчиняються у воді і мають певну в'язкість. Може зв'язувати важкі метали та холестерин у кишечнику.

✦ *Муцини* є представниками розгалужених сульфатованих арабіноксиланів. Як пектин і камеді, муцини є складними сумішами гетерополісахаридів. Найбільш поширені в рослинах і використовуються так само, як пектин і камеді. У продуктах харчування найбільше їх міститься у вівсянці, льоні та рисі. Насіння льону та подорожника містять багато слизу.

✦ Інтерес для створення функціональних продуктів харчування представляє смола акації – *гуміарабік*, так як вона є дієтичним волокном здатним протистояти гідролізу, що здійснюється травними ензимами людини. За останнє десятиліття використання смоли акації набули широкого поширення при створенні функціональних продуктів. Залежно від хімічної структури дієтичні волокна грають різну фізіологічну роль. Нерозчинні дієтичні волокна поводяться головним чином як наповнювачі щодо їх здатності утримувати воду, тоді як розчинних дієтичних волокон в'язкість є визначальною.

✦ *Каррагінан* – полісахарид, що отримується з морських водоростей. Найважливішою сировиною для її отримання є водорість *Chondrus crispus* та *Gigartina Stellata*. Каррагінани застосовують як геле-, водо-, і жирозв'язувальний компонент при виробництві широкого спектру продуктів: ковбас, сосисок, шинки, рубаних напівфабрикатів (котлет, пельменів, фаршу), сметани, молочних десертів, йогуртів, напоїв, шоколадного молока, желе, мармеладів, кексів, начинок та ін. Каррагінани застосовуються також у молочній промисловості під час виробництва термізованих та нетермізованих йогуртів, шоколадного молока, сметани низької жирності, молочних напоїв, плавлених сирів, молочних десертів. Каррагінан має природне походження та має низку корисних якостей: виявляє антиоксидантні властивості; знижує рівень холестерину в крові; знижує ризик розвитку тромбів; виводити токсини та радіонукліди; виявляє антимикробну дію; сприяє нормалізації рівня глюкози; сприяє зміцненню стінок судин та капілярів; сприяє відновленню тканин після виразки.

2.5 Цукрозамінники та підсолоджувачі, та їх функціональні властивості

Проблема заміни цукру в продуктах харчування тісно пов'язана з такими особливостями раціону сучасної людини: надмірне споживання енергоємних, висококалорійних продуктів; надмірне споживання легкозасвоюваних цукрів (сахарози, глюкози, крохмалю, мальтодекстрину); підвищена потреба та

постійне зростання захворюваності на цукровий діабет II типу серед населення. Калорійні речовини із солодким смаком називають також *цукрозамінниками*. Маючи енергетичну цінність, близьку до сахарози, вони метаболізуються в організмі з меншою потребою в інсуліні, не призводять до гіперглікемії. Безкалорійні речовини із солодким смаком називають *підсолоджувачами*. Вони не мають або майже не мають енергетичної цінності, тому їхній метаболізм не залежить від інсуліну і не впливає на рівень глюкози в крові. Список натуральних підсолоджувачів дуже великий рис 2.11

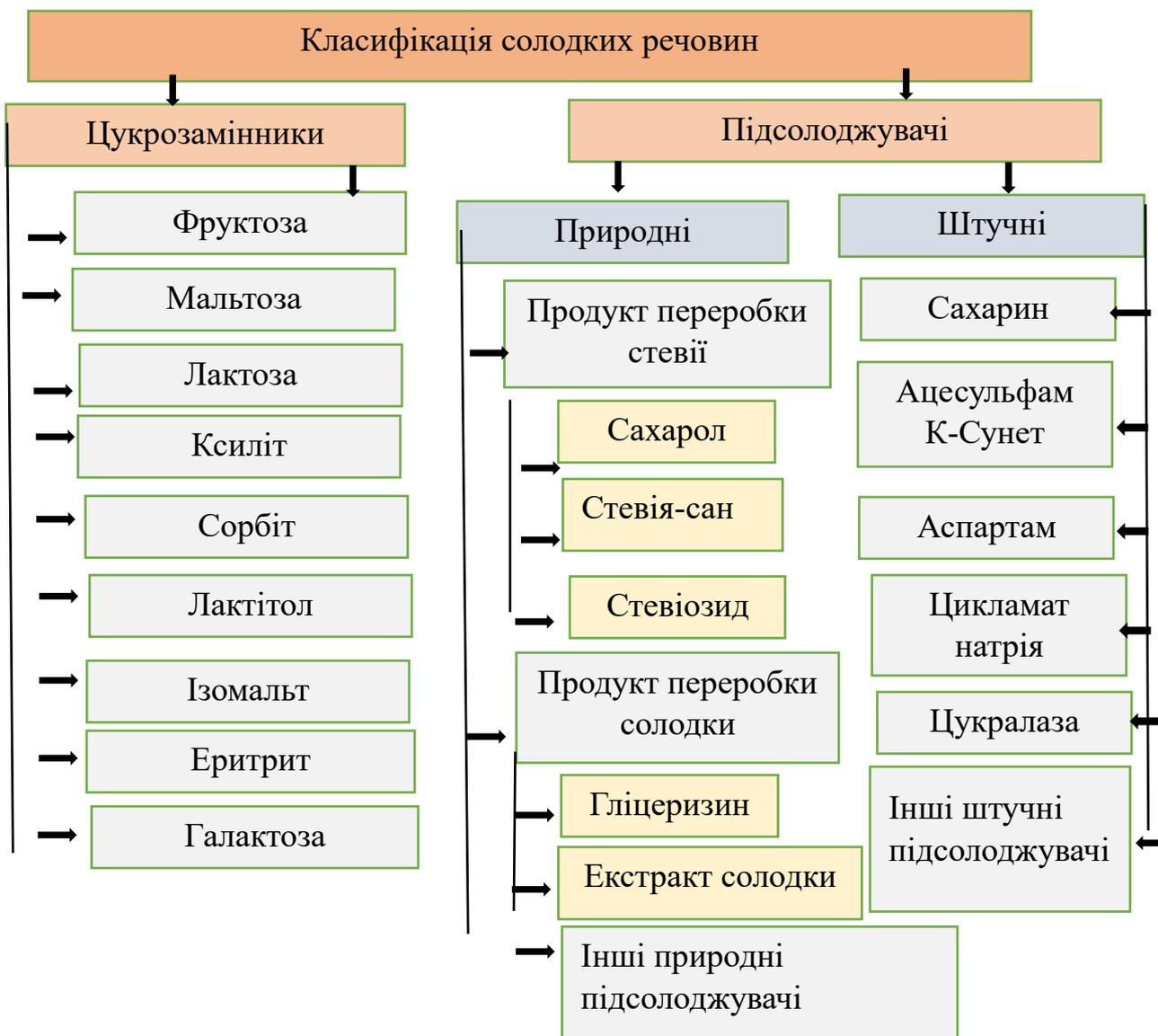


Рисунок 2.5 – Класифікація солодких речовин [75]

Лактітол (E966) – новий підсолоджувач, що виробляється голландською компанією PURAC під торговою маркою LACTY. Сировиною є лактоза, а лактітол отримують шляхом каталітичного гідрування. Виробництво лактітолу сертифіковане за стандартом ISO 9002. Лактітол має чисту солодкість, подібну до цукру, але його рівень солодкості в 0,3 – 0,4 рази нижчий, ніж у сахарози, але з дуже низькою калорійністю (2,4 ккал на 100 г). Сполука виявляє пробіотичну активність. Лактітол відноситься до групи

неперетравлюваних дисахаридів, які діють тільки в товстій кишці. Він майже у незмінному вигляді досягає товстого кишківника, де швидко метаболізуються у його проксимальних відділах і вибірково стимулює зростання корисної мікрофлори, зокрема біфідо- і лактобактерій. Лактітол застосовують як замітник цукру в низькокалорійних та діабетичних продуктах харчування, як пребіотик для профілактики захворювань товстого кишківника, для профілактики запорів

➤ *Гідролізат крохмалю.* Спочатку гідролізати крохмалю зазвичай виробляють шляхом часткового гідролізу кукурудзяного, картопляного або пшеничного крохмалю. У цьому процесі утворюються декстрини. Гідролізований крохмаль (декстрин) потім гідролізується і перетворюється на цукрові спирти.

➤ *Гліцеризин з лакриці (солодки)* – в 50 разів солодший за цукор, використовується в різних медичних цілях, особливо при лікуванні виразки шлунку, як протизапальний засіб, відхаркувальний засіб і як харчова добавка E958.

➤ *Еритритол, еритрит або еритрол* – багатоатомний спирт, органічна сполука. Завдяки своїм фізичним і органічним властивостям він являє собою солодкі білі кристали, що використовуються в харчовій промисловості як підсолоджувач. Еритрит був відкритий шотландським хіміком у 1848 році і виділений з дріжджової меляси в 1852 році; з 1990-х років еритрит продається в Японії під назвою «цукровий спирт» і харчова добавка E 968.

➤ *Ізомальт* – це багатоатомні спирти. Ізомальт має солодкість, подібну до сахарози (в 0,5 рази солодший за сахарозу), але погано всмоктується в кишківнику і використовується як підсолоджувач і замітник цукру у виробництві діабетичних продуктів. Ізомальт природним чином міститься в цукровій тростині, цукровому буряку та меді. Він відомий і зареєстрований у харчовій промисловості як харчова добавка E953. Солодкість ізомальту еквівалентна 0,5 солодкості сахарози. Ізомальт повільно засвоюється організмом, прискорює метаболізм і в основному ферментується в товстому кишківнику. Ізомальт не піддається впливу кислотоутворюючих бактерій в ротовій порожнині і таким чином запобігає розвитку карієсу

➤ *Ксиліт* – багатоатомний спирт, білий кристалічний порошок з солодкістю 0,7 – 1,0 сахарози. Ксиліт добре розчиняється у воді, поглинає велику кількість енергії і створює охолоджуючий ефект. Його теплотворна здатність близька до сахарози і становить 4,0 ккал/г. Клінічні спостереження за ксилітом як заміником цукру в раціоні діабетиків показали позитивні результати. Ксиліт швидко всмоктується і не підвищує рівень глюкози в крові. Однак є випадки короточасного підвищення рівня глюкози в крові, який швидко повертається до норми. Споживання понад 50 г ксиліту на добу може спричинити розлад шлунку. Тому рекомендована добова норма споживання ксиліту становить 30 – 50 г. Ксиліт рекомендовано використовувати як жовчогінний засіб. Він не рекомендується людям з високим кров'яним тиском, оскільки деякі дослідження показали, що ксиліт може сприяти підвищенню

артеріального тиску. Крім того, тривале споживання ксиліту не рекомендується людям похилого віку, оскільки це може вплинути на розвиток атеросклеротичних змін у судинах.

➤ *Куркумін*, білок, який у 550 разів солодший за цукор, був відкритий і виділений у 1990 році з плодів рослини *Curcuma latifolia*. Куркумін змінює смак, але сам по собі є досить солодким. Сприяє покращенню травлення, нормалізує мікрофлору кишківника, пов'язує вільні радикали, протидіє віковим хворобам, ефективний як антибактеріальна речовина, сприяє детоксикації печінки, перешкоджає формуванню катаракти та каміння у жовчному міхурі, покращуючи його роботу.

➤ *Стевіозид* – терпеноїдний глікозид, виділений з екстракту рослини стевії, в 200 – 300 разів солодший за цукор, виділений французьким хіміком в 1931 році із екстракту рослин роду *Stevia*. Харчова добавка E960.

➤ *Лактоза* – це дицукор, що складається з глюкози та галактози. Лактозу отримують з молочної сироватки. Лактоза має низький рівень солодкості – 0,3 від солодкості цукрози. Вона має таку ж калорійність, як і сахароза. У багатьох людей немає ферменту β -галактозидази (лактази), який розщеплює лактозу на глюкозу і галактозу, і ці люди відчувають шлунково-кишковий дискомфорт при вживанні лактози. Водночас лактоза важлива для фізичного розвитку дітей. Споживання лактозовмісних продуктів збільшує відносний вміст лактобактерій у кишківнику і сповільнює розвиток гнильної мікрофлори. Лактоза регулює всмоктування і метаболізм магнію, фосфору і кальцію, а також впливає на ріст у дітей незалежно від вітаміну D. Лактоза як замітник цукру не має широкого застосування.

➤ *Ерітрітол* – це природний підсолоджувач із родини поліолів – сполуки з хімічною структурою, аналогічною структурі цукрових спиртів. Його молекула містить залишки цукру та спирту. Природним чином ерітрітол є у водоростях і лишайниках, у ферментованих продуктах (вино, м'ясо, витримані сири), в деяких стиглих фруктах (диня, груші та виноград), ягодах (полуниця, кавун), горіхах (фісташки), а також у невеликих кількостях у грибах.

➤ *Штучні підсолоджувачі* – це речовини, молекули яких діють на смакові рецептори аналогічно до вуглеводів. Відрізняються від заміників цукру тим, що не зустрічаються в природі і мають або нульову калорійність, або наближену до нуля, а тому позиціонуються на ринку харчових добавок як «некалорійні». За смаком солодше цукру та його заміників у багато разів. Наприклад, *сахарин* – це перший у світі підсолоджувач штучного походження і він у 300 – 400 разів солодший за цукор.

2.6. Глікозиди, ізопреноїди та їх функціональні властивості

➤ *Глікозиди* за хімічною природою є молекулами моноцукрів, які з'єднані глікозидними зв'язками зі спиртами неуглеводної природи, в молекулі

цукровий залишок (глікон) з'єднаний з нецукровою частиною (агліконом, або геніни) через гетероатоми кисню, азоту, сірки або вуглецю.

➤ *Ізопреноїди* (терпени) – це вуглеводні, що відносяться до аліфатичного або циклічного ряду (основою їх будови є молекула ізопрену).

Фізіологічна активність глікозидів та ізопреноїдів встановлена у лімітованих мікрокількостях, а з їх перевищенням можуть проявлятися токсичні властивості. Деякі з них відіграють важливу роль у харчових виробництвах: смак і аромат гірчиці зумовлений наявністю глікозиду синігрину; в кісточках мигдалю, абрикосів, слив, персиків міститься глікозид амігдалін; у картоплі – глікозид соланін. Для багатьох глікозидів притаманні функціональні та фармакологічні властивості [7].

Фрукти, овочі, бобові містять глікозиди таких класів як флавоноїди, ізофлавоноїди, сапоніни.

✦ *Сапоніни* в залежності від виду сапогеніну ділять на дві групи: тритерпенові та стероїдні глікозиди, які відрізняються один від одного за властивостями. Пентациклічні тритерпенові сапоніни були знайдені у близько 80 родин дводольних рослин, наприклад, Caryophyllaceae, Fabaceae, Asteraceae, Cucurbitaceae, Equisetaceae, Araliaceae та ін.

Тритерпенові сапоніни мають муколітичну, відхаркувальну (солодка гола, синюха блакитна, первоцвіт весняний), діуретичну (нирковий чай, хвощ польовий), гіпотензивну, протизапальну, антимікробну, протиалергійну та протидіабетичну активність. Для олеанолової кислоти характерна протівірусна, протизапальна, гепатопротекторна, протівиразкова, антибактеріальна, гіпоглікемічна та протипухлинна дії. Бетулінова кислота та її похідні проявляють протівірусну, протипухлинну, протималарійну, антигельмінтну, протизапальну та антиоксидантну активність. Встановлено, що тритерпенові сапоніни з низьким гемолітичним індексом (сапоніни родини аралієвих) тонізують ЦНС, а сапоніни з високим гемолітичним індексом (стероїдні) проявляють виражену антисклеротичну дію. Сапоніни спіростанолового ряду мають фунгіцидну та протипухлинну дію, вони є сировиною для синтезу глюкокортикоїдів (кортизону та його аналогів). Сапоніни володіють антиоксидантною, імуностимулюючою активністю. Використовуються сапоніни в харчовій промисловості, хоч і застосування їх обмежене. Сапонін, виділений з кори американського дерева *Quillaja*, входить до складу безалкогольних напоїв як піноутворюючий компонент. Тритерпенові сапоніни широко використовуються в харчовій промисловості – для виробництва пива та шипучих напоїв, мочення яблук та брусниці, у виробництві халви.

Флавоноїди характеризуються сильними антиокислювальними властивостями, проявляють імуностимулюючу, радіопротекторну й протипухлинну активність, сприяють профілактиці серцево-судинних захворювань, порушень обміну речовин. Вони також відіграють важливу роль у захисті рослин від нападів мікробів та комах. Флавоноїди можуть бути корисними з погляду харчування, стимулюють вироблення ферментів, які

знижують ризик деяких видів раку, серцевих захворювань та вікових дегенеративних захворювань. Деякі дослідження також показують, що флавоноїди можуть допомогти запобігти руйнуванню зубів та зменшити частоту поширених захворювань, таких як грип. Ці потенційні переваги для здоров'я, багато з яких було доведено, викликали особливий інтерес у споживачів та виробників продуктів харчування. Продукти, що містять велику кількість флавоноїдів, включають чорницю, червону квасолю, журавлину та ожину. Багато інших продуктів, включаючи червоні та жовті фрукти та овочі, а також деякі горіхи, також містять флавоноїди. Червоне вино та деякі види чаю також багаті на флавоноїди. Вміст флавоноїдів у рослинах по-різному: в середньому 0,5-5%, іноді сягає 20%.

✦ *Ізофлаволи* виконують роль регуляторів гормональних порушень, проявляють антитоксичний, знеболювальний, заспокійливий і тонізуючий вплив на організм людини. Ізофлаволи — геністін, дайдин, гліцитин — є практично у всіх овочах, але основним джерелом постачання є соя та горох. Тому порошки, які містять ці овочі, віднесено до фітоекстрогенних. Проте ізофлаволи в деяких випадках виступають в ролі антиоксидантів, так само як і кверцетин [7]

✦ *Ізопреноїди* – це природні терпенові сполуки, які часто містяться у ліпідах, з регулярною будовою вуглецевого скелета, який містить ізопентанові ланки. До ізопреноїдів належать безпосередньо терпени, каротини, стероїди, рослинні пігменти, вітамін К, феромони [2]. Ізопреноїди відомі давно завдяки бактеріостатичній дії, широко використовуються у парфумерній промисловості як складові ефірних олій. Ізопреноїди широко розповсюджена група сполук як у тваринному, так і в рослинному світі. Містяться у багатьох рослинах: апельсинах, хмелі, кмині, кропі, м'яті та ін.

2.7 Фізіологічні властивості поліненасичених жирних кислот

З більш ніж 200 жирних кислот, присутніх в природі, $\frac{3}{4}$ відносяться до ненасичених кислот. Роль ненасичених жирних кислот різноманітна:

- використовуються для утворення жиру, який покриває і захищає внутрішні органи, що беруть участь у формуванні клітинних мембран організму;
- регулюють важливі функції організму, такі як артеріальний тиск, скорочення окремих м'язів, температуру тіла, агрегацію тромбоцитів і запалення;
- покращують структуру шкіри і волосся, сприяють профілактиці артрити, знижують рівень холестерину, зменшують ризик тромбоутворення;
- позитивно впливають на серцево-судинну систему, трансмісію нервових імпульсів;
- потрібні для нормального розвитку і функціонування мозку.

Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) – це жирні кислоти, молекули яких містять більш ніж один подвійний зв'язок. ПНЖК (лінолева, ліноленова і арахідонова) не синтезуються в організмі людини і тому є незамінними в харчуванні. Ці кислоти входять до складу біомембран і беруть участь у

пластичних процесах (синтезі власних жирів організму), забезпечують функції мембран клітин, сприяють перетворенню холестерину у холеву кислоти і виведенню їх із організму, нормалізують стан стінок кровоносних судин, підвищують їх еластичність і зменшують проникність [3]. ПНЖК (омега-3 і омега-6) є інгредієнтами жирів. Лінолеву кислоту та її похідні (γ -лінолеву і арахідонову кислоти), які мають перший подвійний зв'язок у 6-му положенні, відносять до омега-6. Ліноленову, ейкозапентаєнову, докозапентаєнову і докозагексаєнову кислоти, які мають перший подвійний зв'язок у 3-му положенні, відносять до омега-3 [2]. Велике значення має кількість омега-3 кислот і зіставлення кислот омега-6 і омега-3 класу, а не загальна кількість ПНЖК. Надзвичайно важлива біологічна роль омега-3 та омега-6 ПНЖК визначається двома їх головними функціями — структурної та метаболічної. Перша полягає в тому, що ПНЖК є ключовими структурними компонентами фосфоліпідів, вбудованих як у клітинні, так і у внутрішньоклітинні мембрани. Лінолева та ліноленова кислоти беруть участь в утворенні клітинних мембран, оболонки нервових волокон і служать попередниками поліненасичених жирних омега-3 і омега-6 кислот. Для повного циклу метаболізму ненасичених жирних кислот важливим є наявність насичених жирних кислот – пальмітинової і стеаринової. Вони слугують попередниками мононенасичених кислот – пальмітолеїнової і олеїнової, які використовуються для утворення тригліцеридів. Жирні кислоти поряд з високою енергетичною цінністю, надають багатосторонню метаболічну та регуляторну дію [2].

Довголанцюгові омега-3 кислоти зменшують прояви запальних та алергічних реакцій в організмі, мають антиатеросклеротичний ефект. Достатній вміст у крові омега-3 ПНЖК нормалізує обмін речовин, сприяє зниженню біологічного віку та вищій тривалості життя. Регулярний прийом ω -3 кислот сприяє зменшенню маси тіла, покращує глікемічний контроль та підвищує чутливість до інсуліну, полегшує перебіг ретинопатії при цукровому діабеті. Встановлено, що омега-3 ПНЖК позитивно впливають на метаболізм скелетних м'язів та їх функціональну відповідь. Функціональні продукти харчування, збагачені омега-3 жирними кислотами, є засобами профілактики серцево-судинних, онкологічних, нервових, ниркових захворювань, діабету, артритів, виразкових колітів, гепатитів, ожиріння [7]. Омега-3 жирні кислоти утворюють гормони тканин і перешкоджають закупорюванню і старінню серцево-судинної системи. Вони сприяють попередженню і зниженню запальних та алергічних процесів. Достатнє постачання організму омега-3 кислотами сприяє розвитку мозку і підтриманню розумової працездатності.

При цьому омега-6-кислоти (лінолева, γ -ліноленова та арахідонова) містяться в оліях та фосфоліпідах тварин, а омега-3-кислоти (ейкозапентаєнова і докозагексаєнова) у фітопланктоні і жирі морських риб (лосось, макрель, сардина, оселедець і т.п.). α -Ліноленова кислота (омега-3) міститься у волоських горіхах, лляному насінні та соєвому маслі.

Співвідношення, в якому надходять ці кислоти з їжею в організм, суттєво впливає і на співвідношення синтезованих далі довголанцюгових жирних

кислот груп омега-6 і омега-3. Порушення цього співвідношення в окремих випадках може викликати небажану зміну обмінних процесів [8].

Оптимальне співвідношення жирних кислот омега-6 і омега-3: для здорової людини 10:1
для лікувального харчування 4:1

Головними джерелами ПНЖК є рослинні олії. Рослинні олії відрізняються комбінацією жирних кислот, а саме ПНЖК (співвідношенням омега-6 і омега-3-кислот), мононенасичених (МНЖК) і насичених (НЖК) кислот. При цьому оптимальним з точки зору біологічної цінності є наступне співвідношення цих кислот: ПНЖК – 10%, НЖК – 30%, МНЖК – 60%, що забезпечується при використанні в раціоні 1/3 рослинних 2/3 тваринних жирів.

До найбільш поширених рослинних олій, що використовуються в технології харчових продуктів, у тому числі і м'ясних, відносяться соняшникова, кукурудзяна, соєва, оливкова і червоне пальмове.

Соняшникова і кукурудзяна олії містять у своєму складі значну кількість лінолевої кислоти, відповідно 65% і 45%. Соєва олія поряд з жирними кислотами сімейства омега-6 містить кислоти сімейства омега-3 (до 15% ліноленової кислоти). Оливкова олія містить незначну кількість ПНЖК, проте дуже багата олеїновою кислотою, яка за своєю дією на організм прирівнюється до ПНЖК. Червону пальмову олію отримують з м'якоті плодів, що огортає насіння пальмового дерева «Carotino» (Малайзія). Це масло характеризується високим вмістом олеїнової кислоти (46,7%), а також лінолевої (13%) і ліноленової кислот (1,3%), а крім цього, відрізняється високим вмістом каротиноїдів (473 мг / кг) і вітаміну Е (730 мг / кг).

Однак з точки зору біологічної цінності для забезпечення оптимального співвідношення в продукті омега-6 і омега-3-кислот необхідним у виробництві харчових продуктів є залучення інших видів олій, зокрема горіхове масло.

Хорошим джерелом незамінних омега-3 жирних кислот є риба. Встановлено, що кислоти, що містяться в рибацькому жирі, сприяють зниженню рівня тромбоксанів, які підвищують агрегацію тромбоцитів і збільшують в'язкість крові. [8, 15, 16].

Арахідонова кислота зустрічається у всіх клітинних мембранах, є важливою складовою більшої частини периферичних тканин і у великих кількостях присутні у нервових клітинах. При вживанні їжі, багаті на арахідонову кислоту, підвищується рівень фосфоліпідів мембранах клітин кишечника, що збільшує вироблення простагландину з його протизапальним ефектом. Докозагексаєнова кислота становить лише невеликий відсоток від загальної кількості жирних кислот, що містяться в тканинах, за винятком структур мозку та сітківки. і має потужну протизапальну дію.

Найважливішою біологічною функцією поліненасичених жирних кислот є їх участь у синтезі тканинних гормонів простагландинів, які знижують виділення шлункового соку й зменшують його кислотність. Вони

є медіаторами запального процесу й алергічних реакцій, відіграють важливу роль у регуляції діяльності нирок, впливають на різні ендокринні залози. Добова потреба дорослої людини в поліненасичених жирних кислотах складає 2 – 6 г. [2].

Найбільш значущі для організму людини ПНЖК та їх основні харчові джерела представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Довголанцюгові поліненасичені жирні кислоти та їх харчові джерела [76]

Сімейство ПНЖК	Представники	Хімічна формула	Харчові джерела
омега-6	Лінолева кислот	$C_{17}H_{31}COOH$	Соняшникова, сафлорова, кукурудзяна, бавовняна, соєва олія. Фісташки, кедрові горіхи, насіння соняшнику, насіння кунжуту та гарбуза
	Арахідонова кислота	$C_{19}H_{31}COOH$	Вершкове масло, тваринний жир, свинячий жир, яйця, субпродукти
	Докозапентаєнова кислот	$C_{21}H_{35}COOH$	Риба, червоне м'ясо, м'ясо птиці
омега-3	Ліноленова кислот	$C_{17}H_{29}COOH$	Насіння гарбуза, льону. Олії: паростків пшениці, соєва, рапсова. Портулак, листові овочі
	Ейкозапентаєнова кислота	$C_{21}H_{31}COOH$	Морська риба (лосось, скумбрія, форель, тунець, сардина), печінка тріски, креветки
	Докозагексаєнова кислота	$C_{21}H_{33}COOH$	

2.7 Амінокислоти та пептиди як функціональні інгредієнти

Амінокислоти – це унікальні біологічно активні речовини, що утворюються при гідролізі білків. Білок є природним компонентом людських м'язів і тому є невід'ємною частиною раціону харчування. З природних джерел виділено понад 200 амінокислот, в організмі людини міститься близько 60 амінокислот, 20 з яких постійно входять до складу білків, 10 амінокислот зустрічаються досить рідко, решта знаходиться у вільному стані або входить до складу пептидів та інших біологічно активних сполук .

Незамінні амінокислоти не синтезуються в організмі, через це необхідне їх постійне надходження з їжею. До есенціальних амінокислот відносять: метіонін, лізин, триптофан, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін, валін. Інколи до них відносять гістидин та аргінін, які не синтезуються у дитячому організмі.

- *Валін* необхідний для підтримки нормального азотистого балансу в організмі; використовується як джерело енергії для м'язів. Бере участь в біосинтезі пантотенової кислоти. Недолік валіну може привести до функціональних порушень нервової системи, до розладу координації рухів. Адекватний рівень споживання валіну – 2,5 г/добу. Валін потрібен для підтримки нормального обміну азоту в організмі [7].
- *Ізолейцин*, моноаміномонокарбонова кислота входить до складу практично всіх білків, позитивно впливає на процеси зростання. Адекватний рівень споживання – 2,0 г/добу. Ізолейцин відіграє ключову роль в виробітку гемоглобіну. До того ж ця амінокислота забезпечує м'язову тканину енергією та нівелює симптоми втоми м'язів при перевтомленні. Ізолейцин необхідний для правильного регулювання рівня цукру в крові.
- *Лейцин*, моноаміномонокарбонова кислота міститься в м'ясі, соєвому борошні, бобах, рисі, лісових горіхах. Входить до складу майже всіх білків, є важливою проміжною ланкою в біосинтезі холестерину і інших стероїдів. Шляхом дезамінування може трансформуватися в жирні кислоти. Адекватний рівень споживання – 4,6 г/добу. [7]. За відсутності лейцину відбувається затримка росту та зменшення маси тіла, дегенеративні зміни у нирках та щитовидній залозі. Лейцин прискорює відновленню або лікуванню м'язової тканини, кісток і шкіри. Лейцин в організмі людини відповідає за процес кровотворення, а його нестача призводить до зниження кількості еритроцитів і рівня гемоглобіну в крові. Лейцин бере участь у забезпеченні азотної рівноваги, обміні протеїнів, вуглеводів, є джерелом енергії для м'язів на клітинному рівні. Необхідний для побудови і розвитку м'язової тканини, зміцнення імунної системи. Стимулює секрецію інсуліну, сприяє загоєнню ран, зрощенню кісток. Запобігає надмірному синтезу серотоніну. Валін, лейцин, ізолейцин – амінокислоти, що захищають м'язи і тканини від розкладу у випадку перевтоми.
- *Лізин*, діамінокапронова кислота входить до складу практично всіх тваринних білків [7]. Недолік лізину в організмі може призвести до негативних наслідків – затримці росту, розладам кровообігу, зниженню змісту гемоглобіну в крові, затримки росту й порушенню кальцифікації кісток. Для збагачення харчових продуктів використовують лізин, що отримують за допомогою мікробіологічного синтезу. Адекватний рівень споживання – 4,1 г/добу. Лізин сприяє накопиченню кальцію в організмі, забезпечує належне його засвоєння, є попередником карнітину, бере участь в утворенні колагену, продукуванні антитіл, гормонів та ензимів. Лізин відповідає за масу тіла, нирки і щитовидну залозу [7]
- *Метіонін* (добова потреба 2 – 4 г) – речовини з високою біологічною активністю, як сильний ліпотропний засіб, що попереджує жирове переродження печінки, впливає на обмін жирів та фосфатидів у печінці, що відіграє важливу роль у профілактиці та лікуванні атеросклерозу. Відомо, що метіонін є одним з головних будівельних матеріалів людського організму і необхідний при дефіциті вітаміну В₁₂. Амінокислота метіонін застосовується

у профілактиці хвороб печінки, мозку, остеоартритів. Метіонін бере участь в процесах ферментативного метилування, що призводить до утворення холіну, адреналіну. Бере участь у вітамінному обміні, в обміні жирів і фосфоліпідів. Проявляє ліпотропну дію, є джерелом Сульфуру в біосинтезі цистеїну. Метіонін є одним з джерел утворення глюкози в організмі. Недолік метіоніну в їжі призводить до порушень біосинтезу цистеїну, білків, уповільнення росту і розвитку організму, до важких функціональних розладів [30]. Адекватний рівень споживання метіоніну + цистину – 1,8 г/добу [7].

➤ *Тирозин*, ароматична амінокислота міститься в молочних продуктах, насінні гарбуза і кунжута, мигдалевих горіхах. Входить до складу багатьох білків і пептидів (казеїн, інсулін тощо). В організмі бере участь в біосинтезі дофаміну, адреналіну, меланіну, а також гормонів щитовидної залози. Природжені дефекти обміну тирозину приводять до розвитку важкого захворювання алкаптонуриї (недоумства). Тирозин сприяє зниженню апетиту і зменшенню маси жиру в організмі. Адекватний рівень споживання тирозину + фенілаланіну – 4,4 г/добу [7].

➤ *Треонін*, моноаміномонокарбонова кислота входить до складу майже всіх білків. Бере участь у утворенні антитіл, підвищує імунний захист організму. Відіграє важливу роль в утворенні колагену і еластину. Адекватний рівень споживання – 2,4 г/добу [1]. Відомо, що треонін покращує стан серцево-судинної системи. Також амінокислота треонін бере участь в синтезі гліцину та серину. Треонін сприяє підтримці нормального білкового обміну в організмі людини, допомагає роботі печінки і бере участь в обміні жирів.

➤ *Триптофан*, гетероциклічна амінокислота міститься в коричневому рисі, м'ясі, сирі. Бере участь в утворенні нікотинової кислоти і серотоніну. Сприяє процесам росту і регенерації тканин. Розлади обміну триптофану впливають на розвиток таких захворювань як діабет, туберкульоз, онкологічні захворювання, а також можуть призводити до недоумства. Додавання триптофану підвищує харчову цінність багатьох білків. Адекватний рівень споживання – 0,8 г/добу.

➤ *Фенілаланін*, феніламінопропіонова кислота входить до складу практично всіх білків, зустрічається і у вільному стані. Бере участь в біосинтезі меланінів, адреналіну, норадреналіну, забезпеченні функцій щитовидної залози. Покращує діяльність центральної нервової системи. Потреба організму у фенілаланіні зростає за відсутності в їжі тирозину. Порушення обміну фенілаланіну призводить до фенілкетонуриї, що супроводжується розумовою відсталістю [7]. Адекватний рівень споживання фенілаланіну + тирозину – 4,4 г/добу.

➤ *Цистеїн*, сірковмісна моноаміномонокарбонова кислота входить до складу практично всіх природних білків і глутатіону [7]. Таурин у високій концентрації міститься в серцевому м'язі, нервовій тканині, лейкоцитах крові. Через утворення цистину цистеїн бере участь в підтримці просторової структури білкових молекул. Займає центральне місце в обміні сірковмісних з'єднань, є одним з джерел утворення глюкози в організмі. Виконує захисну

функцію, зв'язуючи токсичні іони важких металів, ціаніди, з'єднання миш'яку, ароматичні вуглеводи. Адекватний рівень споживання цистеїну + метіоніну – 1,8 г/добу.

Важливим є достатнє надходження з їжею і замінних амінокислот, бо через їх брак у раціоні для утворення тканинних білків витрачаються незамінні амінокислоти [7]. У число замінних амінокислот, які можуть синтезуватися в організмі, входять аланін, серин, гліцин, аспарагінова кислота, глютамінова кислота, аргінін, гістидин, пролін.

➤ *Аланін*, амінопропіонова кислота входить до складу багатьох білків, у вільному стані міститься в плазмі крові. Є одним з джерел утворення глюкози в організмі (з подальшим її накопиченням в печінці і м'язах). β -аланін входить до складу активного каталізатора – кофермента А і пантотенової кислоти. Адекватний рівень споживання – 6,6 г/добу.

➤ *Аргінін*, діаміномокарбонова кислота міститься в багатьох продуктах – вівсяній крупі, соєвих бобах, насінні соняшника і кунжута, молоці, м'ясі, волоських горіхах, шоколаді. Аргінін бере участь у ряді важливих ферментативних реакцій: утворенні сечовини і орнітину, креатину, аргінінфосфату і ін., входить до складу багатьох білків (колаген і ін.). Сприяє активності вилочкової залози, що бере участь в підтримці Т-клітинного імунітету, збільшує швидкість загоєння ран, перешкоджає утворенню пухлин. Недолік аргініну негативно позначається на виробленні інсуліну, ліпідному обміні в печінці, сперматогенезі. Адекватний рівень споживання цієї амінокислоти – 6,1 г/добу. Аргінін активно реагує на вміст у крові оксиду азоту, в процесах згортання крові та послабленні кровоносних судин, необхідний для забезпечення роботи печінки й імунної системи, знижує рівень холестерину

➤ *Аспарагінова кислота*, моноамінодикарбонова кислота, відіграє важливу роль в реакціях циклу утворення сечовини і переамінування, бере участь в біосинтезі піримідинів. Використовується для синтезу треоніну, утворення рибонуклеотидів. Прискорює процес синтезу імуноглобулінів. Підвищує здатність організму переносити розумову перевтому. Аспарагінова кислота забезпечує нейропротекторну функцію, бере участь у регуляторних процесах ендокринної системи

➤ *Аспарагін*, амід аспарагінової кислоти, міститься, в основному, в м'ясних продуктах. Присутній в організмі у складі білків. Бере участь в метаболічних процесах клітин мозку. При утворенні аспарагіну з аспарагінової кислоти відбувається знешкодження токсичного ендogenous аміаку. Адекватний рівень споживання аспарагінової кислоти – 12,2 г/добу [7].

➤ *Гістидин*, гетероциклічна амінокислота, незамінна амінокислота для організму, що росте, міститься в пшениці, житі, рисі, присутній майже у всіх білках, входить до складу активних центрів ряду ферментів. Є початковою речовиною при біосинтезі гістаміну і біологічно-активних пептидів м'язів – карнозину і анзерину. Гістидин важливий для росту і відновлення тканин. Входить до складу гемоглобіну, необхідний для виробництва кліток крові. Недолік гістидину в організмі погіршує діяльність центральної нервової

системи, а також може супроводжуватися розвитком екзем. Гістидину гідрохлорид застосовується при гепатитах, виразковій хворобі шлунку і дванадцятипалої кишки. Адекватний рівень споживання – 2,1 г/добу.

➤ *Гліцин*, амінооцтова кислота присутній в зерна злакових культур, в м'ясних продуктах. Входить до складу багатьох білків і біологічно активних з'єднань (глутатіон, креатин тощо). Бере участь в біосинтезі пуринів, порфіринів, є джерелом амінного азоту в реакціях переамінування. Використовується в синтезі ДНК і РНК та є центральним нейромедіатором гальмівного типу дії. Покращує обмінні процеси в тканинах мозку. При уродженому розладі обміну гліцину розвиваються гіпотонія, порушення дихання, судоми. Як лікувальний засіб гліцин застосовується при підвищеній дратівливості, порушеннях сну, а також як засіб, що зменшує ваблення до алкоголю. Адекватний рівень споживання – 3,5 г/добу.

➤ *Глутамінова кислота*, моноамінодикарбонова кислота найважливіша заміна кислота. У клітинах центральної нервової системи бере участь в перенесення іонів калію і знешкоджує аміак (перенесення аміногруп, скріплення аміаку). Глутамінова кислота бере участь у процесах утворення глікогену з глюкози, є сполучною ланкою між обміном вуглеводів і нуклеїнових кислот, бере участь у знешкодженні аміаку. Підтримує дихання клітин головного мозку, стимулює окиснювальні процеси

➤ *Глутамін*, поліамід глутамінової кислоти, міститься в зелені петрушки, шпинату. В організмі знаходиться у складі білків або у вільному вигляді; багато вільного глутаміну в м'язовій тканині. Приймає участь в біосинтезі ДНК, РНК, триптофану, гістидину, пуринів, фолієвої кислоти. Біосинтез глутаміну в організмі супроводжується скріпленням аміаку, що особливо важливо для клітин головного мозку. Адекватний рівень споживання – 4,5 г/добу. Глутамін в організмі міститься в невеликій кількості, сприятливо впливає на тонкий кишківник, сприяє відновленню слизових оболонок товстої кишки. Глутамін вважається природним джерелом емоційної рівноваги, використовується мозком. Фенілаланін організм використовує для отримання антидепресанту фенілетиламіну.

➤ *Серин*, моноаміномонокарбонова кислота відіграє важливу роль в прояві каталітичної активності, розщеплюючи білки ферментів. Приймає участь в біосинтезі гліцину, сірковмісних амінокислот (метіоніну, цистеїну), пурину, піримідину, порфірину; необхідний для повноцінного обміну жирів і жирних кислот. Адекватний рівень споживання – 8,3 г/добу [7].

Значна частина амінокислот витрачається на синтез нових білків і отримання енергії (при недостатньому надходженні з їжею жирів і вуглеводів). Карбонові залишки «глюкогенних» амінокислот (аланіну, цистеїну, метіоніну) перетворюються на глюкозу. «Кетогенні» амінокислоти (лейцин, фенілаланін і тирозин) перетворюються на жирні кислоти. Таким чином, важливе значення мають як незамінні амінокислоти, так і замінні. Має значення також не тільки певна збалансованість незамінних амінокислот у продукті, але й співвідношення їх із замінними. Дотримання цієї вимоги сприятиме

задоволенню потреби у незамінних амінокислотах внаслідок їх збереження.

Найбільше амінокислот містять:

- ізоляти – від 70 % до 90 %,
- концентрати – від 50% до 70%.

Пептиди що проявляють фізіологічну активність, були виявлені в казеїні молока. Серед них:

- *глутамінові пептиди*, які мають імуномодельючу активність, регулюють обмін білків і біосинтез глікогену;
- *пептиди з антигіпертензивними властивостями*;
- *фосфопептиди*, які інгібують накопичення жирів і регулюють обмін ліпідів.
- *лактоферин (лактоферин)* виявлений в молоці ссавців і здатний зв'язувати залізо (містить до 45 мг /100 г заліза) [1].

Лактоферин відіграє важливу роль у загальному антимікробному захисті, оскільки проявляє бактеріостатичний ефект, залишаючи мікроорганізми без заліза, необхідного для їх росту, і гальмує ріст багатьох грам-позитивних і грам-негативних бактерій. Антибактеріальні характеристики лактоферину пояснюються руйнуванням мембран бактеріальних клітин залишками лізину й аргініну, які знаходяться вздовж поверхні молекули білка, а також обумовлена гідролізом пептидів під дією пепсину. Лактоферин вважається антиоксидантом [7]. Використовується лактоферин у харчових продуктах, перш за все у продуктах дитячого харчування. Перспективним напрямком застосування лактоферину є харчові добавки для людей похилого віку, при відхиленнях імунної системи, для відновлення після гастроінтестинальних інфекцій, для підтримання імунної системи в умовах токсичного середовища, для профілактики розладів шлунково-кишкового тракту.

Концентрат сироваткових білків є важливим функціональним інгредієнтом, що містить пептиди та амінокислоти. Сироватковий білок є одним з найцінніших білків тваринного походження завдяки своєму збалансованому амінокислотному складу і є джерелом незамінних амінокислот, що підвищує біологічну та харчову цінність продуктів, отриманих з використанням компонентів вторинної молочної сировини.

Ультрафільтрацією отримують концентрати сироваткових білків (КСБ-УФ) з широким спектром білків (35% – 80% у сухій речовині) та необхідним співвідношенням білок/лактоза. При цьому біологічна цінність сироваткового білка за шкалою ФАО/ВООЗ становить 112%, а казеїну – 78%. Амінокислотний склад концентратів сироваткових білків має значний вплив на функцію шлунково-кишкового тракту та його мікрофлору, структуру тіла, енергетичний обмін імунітет і запалення, а також позитивно впливає на зниження ваги, підвищення фізичної активності та синтез білка в м'язовій тканині. Крім того, близько 14% сироваткового білка є ініціатором травлення і бере участь у синтезі найважливіших ферментів і гормонів [2].

Завдяки високій біологічній цінності концентрати сироваткових білків

можуть використовуватися у виробництві кисломолочних і дієтичних продуктів, а також у дитячому, спортивному харчуванні. Сироваткові концентрати мають широкий спектр функціонально-технічних властивостей і забезпечують необхідні параметри для зв'язування води і жиру, піноутворення і стабілізації піни в харчових системах, використовуються для стабілізації емульсій і суспензій, гелеутворення, загущення і корекції кольору.

Сироваткові білки, як один з функціональних інгредієнтів, також присутні в підсирної та кислої сухої демінералізованої сироватки, отриманої методом нанофільтрації. Така сироватка містить близько 26 – 27% сироваткового білка і може бути використана у виробництві продуктів харчування. Сухо демінералізовану молочну сироватку можна використовувати як повноцінну заміну сухого знежиреного молока та сухої молочної сироватки в рецептурах інших харчових продуктів, покращуючи споживчі, функціонально-технологічні властивості: піноутворюючу, вологоутримуючу, жиротримуючу та емульгуючу здатність.

Казеїнат натрію, розчинна форма казеїну, в даний час використовується в якості білкового збагачувача в продуктах харчування. Він використовується як добавка в сирні продукти для збільшення масової частки білка, а також використовується з соєвим білком для збагачення ковбас, котлет і пельменів.

Для підвищення біологічної цінності м'ясних консервів використовують такі білкові добавки: казецит, низько кальцієвий копреципітат, казеїнат натрію, сухе незбиране або знежирене молоко, ізолят сої. Добавки у вигляді білкових гідролізатів також використовуються для збагачення овочевих консервів. У США казеїн використовують для поліпшення якості ковбас, а також додають до каш, печива та кондитерських виробів. В Японії поряд з казеїном використовують білок криля.

2.8 Використання ферментів в харчовій промисловості

Ферменти – це органічні сполуки білкової природи здатні прискорювати перебіг хімічних реакцій в організм. В організмі понад дві тисячі ферментів забезпечують обмін речовин і енергії.

Як біологічно активні компоненти їжі, необхідно оцінювати дії ферментів, які сприяють травленню. Для корекції травлення використовують панкреатичні ферменти — протеази, амілази, ліпази [7].

Пепсин і трипсин — це протеолітичні ферменти які гідролізують білків. Амілази забезпечують гідроліз крохмалю й глікогену. Ліпази каталізують гідроліз ліпідів. Панкреатин як препарат підшлункової залози тварин, що містить трипсин і амілазу можуть включати в БАДи у капсульованому вигляді.

★ *Застосування протеаз і амілаз.* Комплексні ферментні препарати, що містять активні протеази і α -амілазу (наприклад, амилоризин), застосовують у виробництві борошняних кондитерських виробів з метою прискорення процесу бродіння і коригування фізичних властивостей клейковини борошна, зміни реологічних властивостей тіста, прискорення його "дозрівання".

У виробництві борошняних кондитерських виробів з використанням дріжджів, таких як галети, крекери, кекси, доцільним є застосування комплексних препаратів з переважанням протеолітичної дії, але які містять у своєму складі і α -амілазу. Сукупну дію цих ферментів забезпечують дріжджі, що зброджуються цукрами і низькомолекулярними азотистими речовинами. Частина невикористаних під час бродіння цукрів і азотистих речовин вступає в реакцію меланоїдиноутворення, завдяки чому галети і крекери набувають інтенсивного забарвлення і приємного аромату.

У виробництві печива з використанням хімічних розпушувачів, коли багато зусиль спрямовується на розслаблення клейковини, упродовж тривалого технологічного процесу разом з механічною дією на білки клейковини доцільним є використання протеолітичних ферментних препаратів; α -амілаза, яка є присутньою в якості супутнього ферменту як в грибних, так і бактерійних препаратах, не заважає їх використанню.

У разі застосування бактерійних протеолітичних препаратів (наприклад, протосубтиліну), що містять в якості супутнього ферменту α -амілазу, у виробництві виробів подібних до крекерів, галет, печиву небезпеки зайвої декстринізації не існує, так як фермент швидко інактивується за рахунок того, що ці тонкі вироби швидко прогріваються до високої температури. У виробленні кексів, а також бісквітного напівфабрикату, що випікаються в досить товстому шарі за невисокої температури, у разі потреби застосування комплексних бактерійних препаратів слід обережно підходити до їх дозування щоб уникнути псування м'якуша. Необхідно також враховувати, що посилена механічна дія на кондитерське тісто призводить до підвищення атакуємості ферментами полімерів борошна – крохмалю, білків, інших речовин, посилюючи тим самим кінцевий ефект гідролізу.

Для заварних пряників найбільше значення має протеоліз, але разом з потребою в регульованому розслабленні тіста важливим є і збереження свіжості (м'якості) продукту, тому доцільним є застосування комплексних ферментних препаратів з переважанням протеолітичної активності.

У виробництві бісквітного напівфабрикату потрібні комплексні ферментні препарати з помірною активністю протеолітичних ферментів і невисокою α -амілазною (декстринууючою) здатністю. За такого поєднання забезпечується помірне розслаблення клейковини, що сприяє кращому підйому тіста під час випічки і утворенню тонкопористої повітряної структури готових виробів. Утворення декстрину, у свою чергу, сприяє збереженню їх свіжості.

Комплексні ферментні препарати, що містять протеази і α -амілазу, використовуються для прискорення і полегшення обробки тіста у приготуванні листового напівфабрикату з метою поліпшення його еластичних властивостей і попередження усадки під час випічки. Крім того, застосування таких ферментних препаратів у виробництві вафель дозволяє оптимально знизити в'язкість вафельного тіста, сприяє отриманню тонких хрустких вафельних листів.

✦ *Застосування ліпази.* Молочні інгредієнти широко застосовуються у виробництві кондитерських виробів, вони в значній мірі зумовлюють їх аромат, смак і поживну цінність. У посиленні аромату молочного шоколаду, карамелі, ірису, вершкового крему разом з іншими компонентами беруть участь і вільні жирні кислоти, що утворюються під дією ліпаз. За низьких рівнів вільних жирних кислот аромат виробів посилюється, але нові аромати не утворюються; за середніх – з'являється аромат олії; за високих – аромат сиру. Подібні ароматичні речовини можуть бути отримані шляхом модифікації олій або жирів із застосуванням препаратів ліпаз різного походження (тваринних, рослинних, мікробних).

✦ *Застосування пектолітичних ферментів.* Основний біохімічний процес, що відбувається в плодово-ягідній меззі і соку за їх обробки пектолітичними препаратами або за спільного застосування термічної і ферментативної обробки – гідроліз пектинових речовин. Але разом з цим відбуваються перетворення білків, целюлози, геміцелюлози і інших компонентів сировини. Серед промислових продуцентів пектолітичних ферментів слід зазначити *A. niger*, *A. wentii*, *A. oryzae*, *A. foetidus*, *P. expansum*, *P. italicum*, *Rhizopus* spp.

✦ *Застосування протеолітичних ферментів.* Деякі плодово-ягідні соки і провина важко освітлюються і часто каламутніють під час зберігання через наявність в них білкових сполук. Усунення білкового помутніння може бути здійснене за допомогою застосування термічної обробки і різних адсорбентів з подальшою фільтрацією. Усі ці методи збіднюють хімічний склад продукту, погіршують його якість, причому не завжди досягається позитивний результат. Для багатьох видів сировини величезну роль в процесі освітлення соків відіграють протеїнази, у зв'язку з чим наявність кислих протеїназ разом з ферментами пектолітичного комплексу є обов'язковим.

Традиційний підхід до одержання препаратів харчового білка з рослинної сировини призводить до втрати багатьох найцінніших біологічно активних речовин. Тому використовують метод ферментативної модифікації білка борошна з насіння зернобобового культур екзогенними протеазами. Даний метод є біологічно природним і дозволяє, не порушуючи структури біологічно активних речовин, що містяться у вихідній сировині, отримувати у складі борошна модифікований білок з покращеними функціональними властивостями.

Використовуючи метод ферментативної модифікації, можна виробляти фізіологічно активні пептиди із заданим молекулярно-ваговим розподілом, володіють функціональною дією (антистрессовою, анти-діабетичною). Розроблений метод перспективний при отриманні функціональних композицій заданого складу із зернових культур з метою використання їх у складі хлібобулочних виробів, призначених для профілактичного та дієтичного харчування.

✦ *Застосування глюкозооксидази і каталази.* Ферментний препарат глюкозооксидаза (у якій в якості обов'язкового компонента є присутньою

каталаза) застосовується з метою поліпшення якості і стабілізації плодово-ягідних соків, вин і безалкогольних напоїв за рахунок видалення кисню в результаті реакції окиснення глюкози. Таким чином, цей препарат сприяє запобіганню окиснювальним процесам і мікробіологічному псуванню під дією аеробних мікроорганізмів.

Препарат має чітку специфічність по відношенню до глюкози, його вносять після завершення технологічних процесів з метою стабілізації властивостей продукту, отриманого в процесі виробництва. Бажано, щоб препарати були термостабільними і не інактивувалися за температури 65...70°C впродовж 10...15 хв. Такі препарати можна було б застосовувати комплексно з легкими режимами пастеризації.

Ферментні препарати, що використовуються в плодово-ягідному виноробстві, повинні зберігати активність в умовах певного вмісту алкоголю (до 10...12%) і ефективно діяти за значень рН, зумовлених хімічним складом виноматеріалів.

★ *Застосування інвертази.* Препарати, що каталізують гідроліз сахарози у приготуванні цукрових сиропів, використовуваних у виробництві безалкогольних напоїв, повинні містити фермент інвертазу (β -фруктофуранозидазу), не повинні мати специфічного запаху, темного кольору, окислювальних або інших ферментів, здатних змінювати колір, аромат і смак продукту.

Необхідно, щоб препарати каталізували процес інверсії сахарози в досить широкому діапазоні рН (для чистого цукрового сиропу рН 6,0...6,5; для цукрового сиропу, виготовленого на фруктових соках, рН 2,5...4,5). Крім того, необхідно зважати на специфіку біохімічного складу сировини і особливості технологічного процесу виробництва соків і виноматеріалів.

Препарати, призначені для переробки шипшини, чорної смородини, цінність яких значною мірою зумовлюється наявністю в плодах аскорбінової кислоти, не повинні містити ферменту аскорбатоксидази, так як окислення аскорбінової кислоти під дією цього ферменту знижує цінність отриманого продукту.

2.10 Фізіологічне значення вітамінів та способи збагачення ними харчових продуктів

Вітаміни – це низькомолекулярні органічні сполуки з високою біологічною дією, необхідні для нормальної життєдіяльності організму в дуже малій кількості.

Відомо близько 30 вітамінів і вітаміноподібних речовин. До вітаміноподібних речовин відносять сполуки, які на відміну від вітамінів синтезуються, виконують ще й пластичні або енергетичні функції. Вони біологічно активні й проявляють лікувальний ефект за багатьох захворюваннях [7].

Класифікація вітамінів

Жиророзчинні вітаміни	Водорозчинні вітаміни	Вітаміноподібні речовини
Вітамін А (ретинол)	Вітамін В ₁ (тіамін)	Вітамін В ₁₅ (пангамова кислота)
Вітамін Д (кальциферол)	Вітамін В ₂ (рибофлавін)	Вітамін В ₁₃ (оротова кислота)
Вітамін Е (токоферол)	Вітамін РР (нікотинова кислота)	Вітамін В ₄ (холін)
Вітамін К (філохінони)	Вітамін В ₆ (піридоксин)	Вітамін В ₈ (інозит)
	Вітамін В ₁₂ (ціанокобаламін)	Вітамін В ₁₁ (карнітин)
	Вітамін В ₉ (фолієва кислота)	Вітамін F (поліненасичені жирні кислоти)
	Вітамін В ₅ (пантотенова кислота)	Вітамін U (S-метилметіонін)
	Вітамін Н (біотин)	Вітамін В ₁₀ (пара-амінобензойна кислота)
	Вітамін N (ліпоєва кислота)	
	Вітамін С (аскорбінова кислота)	
	Вітамін Р (біофлавоноїди поліфеноли)	

Вміст вітамінів у продуктах харчування не перевищує 10 – 100 мг на 100 г продукту. Вони приймають участь в обміні речовин, переважно регулюючи окремі біохімічні й фізіологічні процеси. Переважно необхідні для забезпечення механізмів ферментативного каталізу, нормального обміну речовин, підтримки гомеостазу, біохімічного забезпечення всіх життєвих функцій організму .

Вітаміни за фізико-хімічними властивостями поділяють на водо- і жиророзчинні.

Добова потреба людини у вітамінах залежить від віку, статі, фізичної активності, наявності хронічних захворювань, рівня обміну речовин. Рекомендовані норми споживання вітамінів наведені в табл 2.3.

➤ *Вітамін С* в організмі людини приймає участь в окислювально-відновних процесах як антиоксидант, у процесах тканинного дихання, поліпшує засвоюваність заліза, бере участь у забезпеченні біосинтезу нуклеїнових кислот, білків та інших сполук. Вітамін С позитивно впливає на стан кровоносних судин, шкіри й кісткову тканину, нормалізує діяльність

ендокринної, імунної та центральної нервової систем, сприяє кровотворенню та знешкодженню й виведенню сторонніх сполук чи отрут.

Таблиця 2.3

Добова потреба у вітамінах людей різних вікових групах

Категорія	Вік, років	Добова потреба										
		A, мкг	E, мг	D, мкг	K, мкг	C, мг	B ₁ , мг	B ₂ , мг	B ₃ , мг	B ₆ , мг	B ₁₂ , мкг	PP, мг
Діти	0-0,5	400	3	1100	5	30	0,3	0,4	2	0,3	0,3	5
	0,5-1	400	4	10	10	35	0,4	0,5	3	0,6	0,5	6
	1-3	450	6	2,5	15	40	0,7	0,8	3	1	0,7	9
	4-6	500	7	2,5	20	45	0,9	1,1	4	1,1	1	12
	7-10	700	7	2,5	30	45	1	1,2	5	1,4	1,4	7
Чоловіки	11-14	1000	10		45	50	1,3	1,5	4-7	1,7	2	17
	15-18	-	10	-	65	60	1,5	1,8	4-7	2	2	20
	19-24	-	10	-	70	60	1,5	1,7	4-7	2	2	19
	25-50	-	10	-	80	60	1,5	1,7	4-7	2	2	19
	> 50	-	10	-	80	60	1,2	1,4	4-7	2	2	15
Жінки	11-14	800	8	2,5	45	50	1,1	1,3	4-7	1,4	2	15
	15-18	-	8	-	55	60	1,1	1,3	4-7	1,5	2	15
	19-24	-	8	-	60	60	1,1	1,3	4-7	1,6	2	15
	25-50	-	8	-	65	60	1,1	1,3	4-7	1,6	2	15
	> 50	-	8	-	65	60	1	1,2	4-7	1,6	2	13

Добова потреба аскорбінової кислоти для дорослої людини становить 50 – 70 мг. Найбільша кількість її міститься в чорній смородині, шипшині, полуницях, печінці, грецьких горіхах та ін. [1].

У харчових технологіях аскорбінова кислота та її похідні використовуються в таких цілях:

- ✓ для збагачення продуктів харчування вітаміном С (фруктові соки, соковмісні та водорозчинні напої, лимонади, фруктові та овочеві пюре, сухі сніданки, льодяники, мармелад);
- ✓ стандартизації вмісту вітаміну С (фруктові та овочеві соки, пюре, консерви);
- ✓ стабілізації продуктів харчування та напоїв (як природний антиоксидант). Додавання аскорбінової кислоти в процесі переробки або перед упаковкою дозволяє зберегти колір, запах та харчову цінність м'яса, м'ясних продуктів, знизити масову частку нітритів;

✓ як покращувач для борошна та тіста. Додавання аскорбінової кислоти в свіжомелене борошно покращує її хлібопекарські властивості, заощаджуючи від 4 до 8 тижнів, необхідних для дозрівання борошна після помелу.

Вітаміни групи В: тіамін, рибофлавін, ніацин, піридоксин, фолієва кислота.

➤ *Тіамін (вітамін B₁)* бере участь в обміні вуглеводів і забезпеченні енергією нервової та м'язової систем. Застосовується в харчовій промисловості у двох формах (тіамін гідрохлорид, тіамін мононітрат). Високу біологічну активність має похідне тіаміну тіамініпрофосфат. Джерелом вітаміну B₁ є різноманітні овочі й фрукти, а також м'ясо та печінка. Особливо багато його у висівках пшениці й рису, пекарських і пивних дріжджах, у бобових та зернових культурах. Вітамін B₁ використовується для збагачення борошна, рису, продуктів дитячого харчування, макаронних виробів, молока та молочних продуктів, напоїв та їх концентратів, зернових сніданків, цукристих виробів.

➤ *Рибофлавін (вітамін B₂)* приймає участь в обміні жирів і забезпеченні організму енергією. Вітамін B₂ активізує процеси біологічного окислення. Потреба у вітаміні B₂ для дорослих становить 2,5 – 3,5 мг, для дітей – від 1 до 3 мг на добу. Значна кількість цього вітаміну міститься у дріжджах, ячному жовтку, молочних продуктах. Рибофлавін використовується для збагачення товарів харчування – круп, борошна, макаронних виробів, зернових, молока та молочних товарів, продуктів дитячого харчування та дієтичних продуктах.

➤ *Вітамін B₆ (піридоксин)* бере участь у процесах кровотворення, забезпеченні діяльності нервової системи, нормального стану шкіри, волосся, нігтів, кісткової тканини. Найбільше його міститься в висівках і пшеничних зародках, дріжджах, пшениці. Цей вітамін використовується для компенсації втрат під час технологічної обробки для збагачення борошна, хлібобулочних та зернових виробів. Також використовується у виробництві молочних, дієтичних товарів, дитячого та лікувально-профілактичного харчування, харчування для вагітних, жінок, що годують, і спортсменів.

➤ *Ніацин (вітамін B₅, РР, ніотинова кислота, нікотинамід)* активізує окислювально-відновні реакції вуглеводно-енергетичного обміну, регулює вміст холестерину, водно-мінеральний обмін, діяльність нервової й серцево-судинної систем. Міститься у продуктах тваринного й рослинного походження – печінці, нирці, молочних продуктах, висівках, дріжджах та ін. Цей вітамін використовується для збагачення зернових продуктів (кукурудзяні та вівсяні пластівці), пшеничного та житнього борошна. Ніацином збагачують дієтичні та сухі продукти харчування, м'ясні та рибні консерви.

➤ *Вітамін B₁₂ (ціанокобаламін)*. Вітамін B₁₂ необхідний для формування кров'яних тілець, оболонок нервових клітин та різних білків. Він бере участь у метаболізмі жирів та вуглеводів, важливий для нормального. Знаходить застосування для збагачення зернових продуктів, деяких напоїв, кондитерських виробів, молочних, дієтичних та продуктів дитячого харчування.

➤ *Біотин* відіграє ключову роль у процесах обміну вуглеводів, жирів та білків. Один із біотинзалежних ферментів є каталізатором синтезу жирних кислот, інший відіграє основну роль в енергетичному обміні та в синтезі амінокислот та глюкози. Цей вітамін додають у продукти дитячого харчування (у молочні суміші), у дієтичні продукти

➤ *Фолієва кислота* є складовою частиною комплексу вітамінів групи В. Позитивна дія фолієвої кислоти щодо відновлення в організмі запасів ліпотропних сполук [1]. Фолієва кислота приймає участь у синтезі азотних сполук, які входять до складу нуклеїнових кислот, необхідна для поділу клітин, здійснення процесів кровотворення, росту й розвитку всіх органів і тканин. Найбільше фолієвої кислоти виявлено у м'ясі, дріжджах, картоплі, печінці, капусті.

Фолієву кислоту додають у вигляді багатокомпонентних сумішей до різних харчових продуктів, зокрема, до зернових сніданків, безалкогольних напоїв, дитячого харчування, дієтичних та спеціальних продуктів для вагітних жінок.

➤ *Вітамін А (ретинол)* є одним із основних вітамінів росту. Він підтримує в здоровому стані слизові оболонки органів дихання, шлунково-кишкового тракту, репродуктивних і статевих органів. Ретинол підвищує активність імунної системи організму, але найбільш специфічна функція його – активізація функцій органів зору. Вітамін А міститься у продуктах тваринного походження: печінці кита, тріски, риб'ячому жирі. Каротин як провітамін А зустрічається у багатьох рослинних продуктах: моркві, абрикосах, перці, гарбузах та ін.

Вітамін А додають у рослинні олії, маргарин, бутербродна олія, йогурти, молоко та молочні продукти, у дієтичні та дитячі продукти харчування. Так як вітамін А відноситься до жиророзчинних вітамінів, його слід додавати в жирову фазу продукту.

➤ *Вітамін Е (токоферол)* – відіграє важливу роль в окислювально-відновлювальних процесах організму, переміщенні електронів дихальним ланцюгом. Біологічна роль токоферолів зумовлена тим, що вони характеризуються антиоксидантними властивостями й запобігають надмірному окисленню ліпідів в організмі й утворенню перекисів ліпідів та накопиченню в тканинах вільних радикалів, які проявляють високу активність і шкідливо впливають на тканини організму. Вітамін Е міститься виключно у продуктах рослинного походження (салат, зародки, зелений горіх, олія, петрушка).

➤ *Вітамін D (кальциферол)* є необхідним для засвоювання організмом кальцію й фосфору, формування і нормального розвитку скелету і зубів. Він зумовлює процеси кальцифікації кісткової тканини, бере участь у синтезі в кишках специфічного кальцій-зв'язуючого білка, який сприяє переміщенню кальцію через слизову оболонку кишківника. Додаткова потреба у вітаміні D становить 0,0025 – 0,01 мг. Вітамін D зустрічається у продуктах тваринного походження:

в жирі та печінки морських і прісноводних риб, ікрі, жовтку яйця, коров'ячому маслі).

2.11. Фізіологічне значення мінеральних речовин та способи збагачення ними харчових продуктів

Мінеральні речовини є важливими елементами харчування людини. Вони відіграють ключову роль у всіх процесах, що відбуваються в організмі людини, входять до складу гемоглобіну, гормонів, ферментів і є пластичним матеріалом для побудови кісткової і зубної тканини. Дефіцит мінеральних речовин знижує опірність організму до різних захворювань, прискорює процеси старіння, підсилює негативний вплив несприятливих екологічних умов.

До найбільш дефіцитних мінеральних речовин відносяться залізо, кальцій, йод, магній, цинк, селен.

Мінеральні речовини є структурною та функціональною основою існування живих систем, забезпечують нормальний перебіг метаболічних й енергетичних процесів, підтримання показників гомеостазу організму, стимулюють нормальне функціонування серцево-судинної, нервової, м'язової, кровотворної систем.

Добова потреба людини у мінеральних речовинах залежить від віку, статі, фізичної активності, наявності хронічних захворювань, рівня обміну речовин. Рекомендовані норми споживання мінеральних речовинах наведені в табл.2.4 .

Залізо в числі мікроелементів відіграє важливу роль в організмі людини, яка зводиться до участі його в кровотворенні й тканинному диханні. В організмі людини міститься 2 – 5 г заліза, з яких близько 70 % входить до гемоглобіну, 4 – 5 % – до міоглобіну, яке називають гемовим залізом [37]. Крім того, в організмі міститься негемове залізо у вигляді залізо-білкового комплексу – феритину.

Так зване гемове залізо, яке входить до складу гемових сполук, що містяться в продуктах крові, найкраще засвоюється організмом. «Гемове» залізо, одержуване з крові убитих тварин, привабливі для збагачення зернових продуктів. Однак їх негативний вплив на органолептичні властивості продукту істотно обмежує можливості його використання

Негемове залізо, що входить до складу різних неорганічних і органічних солей цього елемента, набагато гірше засвоюється організмом. Група джерел негемового заліза також включає елементарне електролітичне залізо, поряд з органічними та неорганічними солями дво- та тривалентним залізом. Для збагачення харчових продуктів використовують сульфат двовалентного заліза, ортофосфат тривалентного заліза, натрієву сіль пірофосфату двовалентного заліза і елементарне залізо. З органічних сполук заліза найбільш часто використовують фумарат, глюконат і лактат заліза

Таблиця 2.4

Добова потреба дитячого населення у мінеральних речовинах

Вікова група	Мінеральні речовини								
	Ca(мг)	P(мг)	Mg(мг)	Fe(мг)	Zn(мг)	I(мкг)	Se(мкг)	F(мкг)	Cu(мг)
0-3 місяці	400	300	50	4	3	90	17	1,0	0,3-0,5
4-6 місяців	500	400	60	7	4	90	17	1,0	0,3-0,5
7-12 місяців	600	500	70	10	7	90	17	1,0	0,3-0,5
1-3 роки	800	800	100	10	10	90	20	1,2	0,3-0,7
4-6 років	800	800	120	10	10	90	20	1,5	1,2
броків(учні)	800	800	150	12	10	100	30	2,0	1,5
7-10 років	1000	1000	170	12	10	120	30	2,5	1,5
11-13 років (хлопчики)	1200	1200	280	12	15	150	40	2,5	2,0
11-13 років (дівчатка)	1200	1200	270	15	12	150	45	2,5	1,5
14-17 років (юнаки)	1200	1200	400	12	15	150	50	2,5	2,5
14-17 років (дівчата)	1200	1200	300	18	13	150	50	2,5	2,0

Добова потреба дорослого населення у мінеральних речовинах

Ca(мг)	P(мг)	Mg(мг)	Fe(мг)	Zn(мг)	I(мкг)	Cu(мг)	Cr(мкг)	Se(мкг)	Mn(мг)
Чоловіки									
1200	1200	400	15	15	150	1,0	50	70	2,0
Жінки									
1100	1200	500	17	12	150	1,0	50	50	2,0

Фумарат заліза широко, використовується в країнах Європейського Союзу для збагачення продуктів на основі зернових, для дитячого харчування й шоколадних порошкоподібних напоїв.

Основною проблемою при використанні водорозчинних сполук заліза для збагачення харчових продуктів є їхній негативний вплив на колір, смак, аромат і перекисне число продукту. Так, сульфат заліза FeSO_4 , який найчастіше застосовують завдяки його невисокій ціні й добрій засвоюваності. В останні десятиліття елементарне залізо все частіше використовується для збагачення пшеничного та кукурудзяного борошна, зернових сніданків й інших продуктів.

Аскорбінова кислота необхідна для успішного засвоєння негемових форм заліза, а вітаміни B_2 , B_6 , B_{12} і фолієва кислота необхідні для включення його у гемоглобін, тому збагачення продуктів харчування залізом повинне сполучатися з одночасним збагаченням всіма цими мікронутрієнтами шляхом використання відповідних залізовмісних мультівітамінних преміксів.

Найбільш вдалим об'єктом для збагачення є безалкогольні напої, у тому числі з плодово-ягідної та овочевої сировини.

❖ *Кальцій* становить близько 2 % маси тіла. Майже 97 % його міститься в кістках у вигляді нерозчинних солей фосфорної кислоти. Всмоктування кальцію відбувається у тонкому кишківнику за участю специфічних механізмів, які залежать від наявності вітаміну D. Застосування кальцію в організмі людини залежить від субстанції, дози кальцію, режиму прийому, рН шлункового соку.

Найбільш часто використовують як джерело кальцію для збагачення їм різних продуктів харчування неорганічні й органічні сполуки. Для збагачення борошна й хлібобулочних виробів найчастіше використовують карбонат кальцію або більш дорогі фосфати кальцію, зокрема гідрофосфат кальцію..

Катіон кальцію – важливий регулятор обмінних процесів і функцій клітин, зокрема:

- активізує кальцієві канали;
- виступає антагоністом натрію, сприяє виведенню ряду металів та радіонуклідів;
- входить до складу молекул-транспортів та транспортів поживних речовини в клітину із навколо-клітинної рідини;
- контролює скорочення та розслаблення м'язів скелету;
- підтримує тонус судин, активізуючи діяльність гладкої мускулатури останніх;
- покращує функцію ряду життєво важливих ферментів, котрі відповідають за згортання крові та приймають участь в утворенні молекул АТФ;
- послаблює алергічні реакції шляхом підвищення щільності судин;
- є потужним антиоксидантом.

У харчовій промисловості застосовують неорганічні (1-е покоління) та органічні (2-е покоління) препарати кальцію. Переважна більшість препаратів

кальцію 1-го покоління є нерозчинними у воді і потребує певного діапазону кислотності середовища (рН) для засвоєння. Органічні препарати кальцію краще розчиняються у воді, суттєво менше залежать від рН шлункового соку та характеризуються кращою засвоюваністю.

Лактат кальцію (E327) – це харчова добавка із групи антиоксидантів, яку використовують у харчовій, фармацевтичній промисловості. У харчовій промисловості лактат використовують для збагачення фруктових соків, напоїв на їх основі, кондитерських виробів.

Глюконат кальцію (E578) використовують у харчовій промисловості для збагачення хлібобулочних та плодоовочевих продуктів. Глюконат кальцію застосовують при виготовленні консервованих овочів або фруктів. Глюконат кальцію може мати позитивний вплив при гіпокальціємії, остеопорозі, під час вагітності, а також у період лактації. Сприятливий вплив глюконат кальцію на дитячий організм.

Цитрат кальцію цінується виробниками як потужний антиоксидант, що уповільнює процеси гниття, окислення, прогоркання та псування товарів, а також перешкоджає їх потемнінню. Також його застосовують як регулятор кислотності, здатний встановлювати та підтримувати певний рівень рН; як стабілізатор, який формує та зберігає потрібну текстуру продукту; як консервант для продовження терміну зберігання та придатності їжі. Цитрат кальцію – єдина добавка з усіх харчових цитратів, дозволена для використання у продуктах для підгодовування дітей віком до року.

З метою нормалізації мінерального складу м'ясопродуктів, зокрема консервів і паштетів, за вмістом кальцію, можна використовувати органічну сировину кальцію: м'ясо механічної дообвалки, одержуване при сепаруванні або пресуванні яловичих або свинячих кісток і м'ясо механічної обвалки птиці. Встановлено, що додавання цієї сировини у кількості до 20 % дозволяє забезпечити фізіологічно оптимальне співвідношення в м'ясопродуктах кальцію та фосфору, а також підвищити вміст магнію, заліза, цинку та міді у 2 – 3 рази.

Крім того, в м'ясопереробній промисловості застосовують білково-мінеральну добавку, що отримується з ніг курчат-бройлерів, кальцинований наповнювач, отриманий методом структурування молочного розчину альгінату натрію лактатом кальцію, ячну шкаралупу. Розроблені добавки рекомендується для лікувально-профілактичних консервів у кількості від 5 % до 25 % до маси сировини. Джерелом кальцію можна розглядати також рослинну сировину, наприклад, нут. Зернобобова культура нут служить джерелом не тільки кальцію, а також селену та калію.

Фосфат кальцію (E341) – застосовують при виробництві сухого молока, вершків, згущеного молока, різних фруктових і овочевих консервів. Найбільш популярне його застосування при виготовленні хлібобулочних виробів, спеціальних напоїв для спортсменів, фаршів, сухого чаю, сухих сніданків, різних напівфабрикатів та біологічно активних добавок [7].

❖ *Магній* міститься в плазмі крові, в органах і тканинах. Магній приймає участь у реакції фосфорилування глюкози під час перетворення вуглеводів й отримання енергії, в обміні жирів і ліпоїдів — сприяє зниженню рівня холестерину в крові за умов гіперхолестеринемії. Магній підтримує структури органел (рибосом, мітохондрій), є необхідним для функціонування багатьох ферментних систем [20].

Добавки магнію використовують неорганічні солі (оксид магнію, хлорид, сульфат) та органічні сполуки (цитрат, малат, підолат, таурат). Засвоєння магнію з різних видів добавок неоднаково. Краще всмоктуються в кишечнику розчинні форми магнію, ніж нерозчинні. Магній в аспартатній, хлоридній, цитратній та лактатній солі всмоктується майже повністю і є більш біодоступним, ніж сульфат і оксид магнію. Добавки можуть містити суміші: сіль цитрату і малату магнію з вмістом магнію 12 – 15%, склад змішаної солі пропонується використовувати в харчових добавках до 300 – 540 мг на добу [20]. Магній важливий біоелемент, який активує ферментативні процеси, зокрема магній регулює реакції фосфорного обміну, гліколізу, приймає участь у багатьох етапах синтезу білків, жирних кислот і ліпідів, залучається до утворення і розпаду нуклеїнових кислот. Магній допомагає регулювати рівень цукру в крові, сприяє нормалізації артеріального тиску, бере участь у синтезі колагену [42].

❖ *Селен (Se)* являє собою металоїдний елемент, що зустрічається в природі, необхідний для здоров'я людини. Він входить до складу селено-протеїнів, тим самим підтримуючи системи антиоксидантного захисту. Селено-протеїни беруть участь у метаболізмі тиреоїдних гормонів, контролюють репродуктивну функцію та мають нейропротекторну дію.

❖ *Марганець* – це мікроелемент необхідний для нормального функціонування людського організму. Марганець необхідний для нормального засвоєння вітаміну В₁ (тіаміну) та функціонування вітаміну К. Марганець також бере участь в обміні аскорбінової кислоти [2], він бере участь в імунній відповіді, підтриманні гомеостазу глюкози, аденозинтрифосфату [1]. Доведена його біологічна роль в енергетичному обміні, процесах формування та росту кісток, кровотворення та згортання крові.

❖ *Фосфор* в організмі міститься у складі органічних і неорганічних сполук. Фосфат кальцію входить до складу кісткової тканини, виконуючи структурну функцію. У кістковій тканині зосереджено понад 75 % фосфору. Значна його кількість входить до складу біополімерів клітин – білків, нуклеїнових кислот, ліпідів. Частина фосфору міститься у сполуках, які беруть участь в енергетичному обміні організму (АТФ, АДФ, АМФ, креатинфосфат). Фосфор життєво необхідний для нормального функціонування організму, а саме нирок, печінки, серця і мозку. Половина засвоєного фосфору використовується на пластичні та обмінні процеси, що відбуваються у кістковій тканині, тобто 80 – 87%.

❖ *Цинк* є необхідним елементом у формуванні поведінки реакцій людини. Йому належить важлива роль у процесах утворення кісток, заживленню ран,

регуляції синтезу колагену, пролонговані дії інсуліну. Цинк входить до складу більш ніж 200 ферментів, які приймають участь в обмінних реакціях. Цинк (Zn) необхідний для синтезу ДНК, транскрипції РНК, поділу та активації клітин. Як компонент Cu/Zn -супероксиддисмутази, Zn має антиоксидантну та протизапальну активність і відіграє роль у регуляції патогенезу захворювань, пов'язаних із запаленням .

❖ Біологічна роль міді (Cu) пов'язана з її участю у структурах та функціях багатьох ферментів., найбільше значення має контроль синтезу вільних радикалів кисню, обумовлений присутністю міді в Cu/Zn-супероксиддисмутазі.

❖ Йод – життєво необхідний мікроелемент. Основна біологічна дія йоду – участь у синтезі гормонів щитовидної залози (тироксину і трийодтироніну). Йод впливає на окислювально-відновлювальні процеси, водно-солевий обмін, фагоцитарну активність лейкоцитів, позитивно впливає на психічний та фізичний розвиток .

Йод має пряме відношення до функціональних інгредієнтів. Важливість йоду для організму людини важко переоцінити, він впливає на фізіологічний розвиток та психічний стан організму, необхідний для нормального функціонування щитовидної залози. При нестачі порушується робота мозку і нервової системи, погіршується стан шкіри, волосся, нігтів, зубів[43]. Враховуючи переваги органічних сполук йоду перед його неорганічними формами, останніми роками разом із традиційним способом профілактики – йодуванням солі, в профілактиці йододефіцитних станів усе ширше використовуються харчові добавки (для збагачення хліба, молока тощо) і біологічно активні добавки, які містять органічні форми йоду .

Згідно з «Нормами фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії», які затверджені Наказом № 1073 Міністерства охорони здоров'я України добова потреба у йоді залежить від віку людини. Нижче в таблиці 2.5 наведені основні дані необхідної кількості йоду на добу для організму.

Таблиця 2.5

Добова потреба населення у йоді

Групи населення	Норма щоденного споживання йоду (мкг)
Дитяче населення (0 місяців – 6 років)	90
Дитяче населення (6 років)	100
Діти шкільного віку (від 7 до 10 років)	120
Діти шкільного віку (від 11 до 17 років)	150
Доросле населення (чоловіки і жінки I – V групи фізичної активності)	150
Вагітні та жінки, які годують груддю	200
Особи похилого віку (від 60 років і старші)	150

Йодид калію (KJ, вміст йоду 76%) – це активний іон йоду, який у рослинних та тваринних тканинах легко включається до органічних сполук негормональної природи. Серед них особливе становище займають йодовані амінокислоти. Йодовмісні амінокислоти як будівельні компоненти білкових молекул у вільному вигляді або в білках складають основу щоденного споживаного людиною йоду з продуктами харчування рослинної та тваринної. Йодид калію KJ широко використовувався для йодування солі є нестабільною речовиною, вона легко руйнується.

У більшості країн світу при збагаченні солі й інших продуктів йодом перевага віддається більш стабільному йодату калію KJO₃. Він стійкий до окислювання й не вимагає додаткового введення стабілізаторів при збагаченні солі, в людини трансформується в йодид і в цій формі їм засвоюється

Іншим більш ефективним методом збагачення є використання йоду, закріпленого на різних носіях, зокрема на молочному білку – казеїні (йод-казеїн), біойоді, сполучнотканинних білках (йод-еластин) та сої (йодований концентрат та ізолят), а також поліненасичених жирних кислот. Йодовані білки, на відміну від неорганічної форми йоду, мають високу фізіологічність.

Біойод – це молочний йодований білок (органічний йод). Біойод ідентичний йодовмісним білкам, які надходять до нашого організму з нормальною їжею – м'ясом, молоком, овочами, морепродуктами, тому біойод добре засвоюється організмом та ефективно вирішує проблему йододефіциту. Біойод не відрізняється за своїм складом від природних сполук йоду (йод-тирозинів), що містяться в материнському молоці та натуральних харчових продуктах. Саме тому він легко засвоюється організмом та ефективно бореться з нестачею йоду в організмі. У харчовій промисловості для збагачення найчастіше використовують йод-казеїн та біойод, які мають найбільшу спорідненість до організму людини.

Йод-еластин добре розчинний у воді температурою від 2°C до 25°C, додається на стадії вироблення фаршу разом з крохмалем і спеціями в кількості від 1 до 3% до маси сировини. У процесі стерилізації втрати йоду становлять у середньому 25 % [1].

Продукти, які природним чином містять йод, найкраще підходять для профілактики йододефіциту. До них відносяться морські водорості (до 3000 мкг йоду), морепродукти і морська риба (40 – 450 мкг). Вміст йоду в інших продуктах харчування значно варіюється, але поєднання цих продуктів може забезпечити організм йодом і урізноманітнити раціон.

Регулярне вживання йодовмісних продуктів і насичення ними може вирішити проблему забезпечення організму достатньою кількістю йоду. Вміст йоду та хімічний склад у морських та прісноводних водоростей коливається від 16 мкг/г до 8165 мкг/г і суттєво залежить від виду, частини структури, стадії розвитку, глибини проростання водорості, температури водойми, освітленості, пори року та інших факторів. Тому їх використання може бути можливим після перевірки на органічне забруднення, вміст важких металів і вміст йоду.

У таблиці 2.15 наведено вміст йоду в деяких продуктах харчування [2].

Таблиця 2.6

Вміст йоду в деяких продуктах харчування (мкг на 100 г продукту) [2]

Сировина	Вміст йоду	Сировина	Вміст йоду
Риба та морепродукти:		Овочі: - шпинат	20,0
- пікша	416,0	- редис	8,0
- лосось	260,0	- картопля	3,8
- креветки	190,0	- огірки	2,5
- камбала	120,0	Фрукти: - яблуко	1,6
- тріска	120,0	- груша	1,0
- морський окунь	74,0	- вишня	0,3
- оселедець свіжий	66,0	Коров'яче молоко 1,5%	3,7
- тунець	50,0	Молочні продукти:	
- морські водорості	$10^5 - 2 \times 10^5$	- вершкове масло	4,4
- форель	3,5	- згущене молоко	9,9
Хлібобулочні вироби	3,0...8,5	- сир твердий 40% жир	3,4
Крупи	1,5...4,5	- кефір 3,5%	3,7
Борошно пшеничне	2,0...3,0	М'ясо: - свинина	3,0
Житній хліб	8,5	- яловичина	3,0
Пшеничний хліб	5,8	- телятина	2,8
Вівсяні пластівці	4,0	Курячі яйця	9,7

2.12. Принцип дії антиоксидантів у харчових системах

Антиоксиданти – це речовини, що включаються в процес автоокиснення різних продуктів і утворюють стабільні проміжні з'єднання, за рахунок цього блокується ланцюгова окисна реакція.

Антиоксиданти призначені для подовження терміну зберігання продуктів харчування. Механізм дії антиоксидантів полягає в перериванні реакції самоокислення компонентів продукту харчування. Дія більшості харчових антиоксидантів заснована на здатності утворювати малоактивні радикали, і тим самим перериваючи ланцюгову реакцію окислення.

Антиоксиданти в харчовій промисловості використовують в галузях промисловості, продукція яких містить жири: кондитерської продукції, виробники масложирової продукції, борошняної, молочної промисловості, м'ясних та ковбасних виробів, рибних продуктів, заморожених продуктів, харчових концентратів, сухих супів і бульйонів, картопляних чіпсів, кукурудзяних пластівців.

Умовно поділяють антиокислювачі на натуральні та синтетичні.

До натуральних антиоксидантів відносять:

- ферментні антиоксиданти, які представляють собою ензими (їх основна місія бути каталізаторами обмінних процесів);

- низькомолекулярні сполуки (вітаміни, мікро-, а також макро-елементи, недолік яких призводить до прискорення процесів окислення в організмі, що не тільки передчасне старіння провокує, а й всілякі захворювання);
- гормони, які виробляються в організмі за допомогою залоз внутрішньої секреції.



Рисунок 2.6.– Класифікація антиоксидантів

До харчових антиоксидантів відносяться речовини, що уповільнюють окислення ненасичених жирних кислот жиророзчинних продуктів харчування.

➤ *Токоферолі.* З природних токоферолів найбільшу антиоксидантну активність проявляє δ-токоферол, і найменшу – γ-токоферол [1].

➤ *Аскорбінова кислота та її солі* застосовуються в якості антиокислювачів і синергістів при виробництві багатьох видів харчових продуктів, у тому числі жиророзчинних, таких як маргарин, топлений жир, майонези та інші. [2].

➤ *Флавоноїди.* Існує більше 6000 підгруп, які належать до сімейства флавоноїдів, що робить його найбільшим з усіх видів антиоксидантів, відомих на сьогоднішній день. Крім здатності видаляти вільні радикали, флавоноїди мають протизапальну, антидіабетичну, протиракову і нейропротекторну дії завдяки регулюванню клітинних сигнальних шляхів і експресії генів.

Група *флавоноїдів* особливо різноманітна і включає катехіни, лейкоантоціани, флаванони, антоціани, флавоноли, ізофлавоноли,

проантоціанідини та ін. Флаваноїди присутні в овочах, фруктах, квітах, насінні рослин, горіхи, кори дерев. Вони мають специфічну дію, регулюючи проникність капілярів. Спільне застосування Р-активних речовин і аскорбінової кислоти нормалізує порушений енергетичний обмін у м'язовій, кістковій і нервовій тканинах, сприяє підвищенню вмісту глікогену, підсилює обмін ліпідів, підвищує витривалість до фізичних навантажень, зменшує кількість холестерину в сироватці крові і печінки, підвищує знижену збудливість нервових центрів. Флаваноїди мають властивість знижувати тонус мускулатури очей і володіють спазмолітичною дією.

Антоціани і належать до групи сполук, відомих як флаваноїди, що є підгрупою ще більшої групи сполук – поліфенолів. Антоціани й антоціанідини мають більшу антиоксидантну властивість порівняно з іншими флаваноїдами завдяки особливій хімічній структурі. Антоціани й антоціанідини, як і інші поліфеноли та флаваноїди, мають здатність діяти як поглиначі вільних радикалів проти шкідливих окиснювачів, таких, як активні форми кисню та азоту. Потенційні переваги антоціанів для здоров'я включають антиоксидантну, протипухлинну, протидіабетичну, нейропротекторну дію, дію проти ожиріння, антиангіогенез, профілактику серцево-судинних захворювань. Антоціани допомагають запобігти порушенням в організмі, які призводять до серцево-судинних захворювань – групи хвороб серця та кровоносних судин. Регулярне вживання антоціанів у їжу знижує концентрацію в плазмі ліпопротеїнів низької щільності, агрегацію тромбоцитів, імовірність розвитку артеріальної гіпертензії та ендотеліальної дисфункції. Протиракові властивості антоціанів тісно пов'язані з їх антиоксидантною здатністю. Багаті на антоціани екстракти чорниці, журавлини, бузини та полуниці значно пригнічують експресію перексиду водню та індукованого фактором росту пухлини. Антоціани також мають противірусні властивості.

Флавоноли. До цієї підгрупи відносять чотири основні фітохімічні речовини: кверцетин, мірицетин, ізорамнетин і кемпферол, вживання яких корисно для поліпшення розумової і фізичної працездатності і зменшення ризику смертності від ішемічної хвороби серця. Флавоноли містяться в яблуках, цибулі, капусті, броколі, ягодах, чорному і зеленому чаї. До складу підгрупи флаванолів входять катехіни. Вони найбільш часто зустрічаються в білому, зеленому чаях, а також в какао. Деякі дослідження щодо впливу катехінів показали, що вживання цих видів чаїв корисно для зменшення жиру в організмі у чоловіків, а шоколад активує роботу мозку.

Ізофлаволи діють як фіто естрогени. Їх вважають рослинними джерелами естрогену, який відповідає за гормональну активність в організмі. Ізофлаволи добре впливають на рецептори естрогенів в печінці, головному мозку і серці, зменшують ризик рецидиву раку молочної залози, збільшують щільність кісткової тканини, зменшують деякі симптоми менопаузи і покращують когнітивне здоров'я, як у жінок, так і у чоловіків. Присутні вони в соєвих продуктах і бобах.

Флаволи. До них відносять лютеолін, хризин, апігенін і байкалейн. Флаволи продемонстрували протипухлинну, антимікробну і протизапальну активність. Містяться в таких продуктах, як петрушка, гострий перець, селера і чебрець.

➤ Серед природних антиоксидантів важлива роль належить *фенольним сполукам*, які є ефективними перехоплювачами радикалів. В даний час виділено кілька тисяч фенольних сполук, серед них виражений антиоксидантний ефект мають вітамін Е, убіхінони, флавоноїди, фенокарбонові кислоти. Антиоксидантні властивості фенольних сполук проявляються в їх здатності пов'язувати іони важких металів у стійкі комплекси.

Поліфенольні сполуки, що містяться в рослинній сировині, є акцепторами вільних радикалів і інгібіторами ланцюгових реакцій, що визначає їхнє використання при радіаційних ураженнях, у боротьбі зі злжакісними утвореннями, атеросклерозом, серцево-судинними, шлунково-кишковими захворюваннями. Підтверджена антимулагенна активність п-кумарової, кавової, ферулової, хлорогенової кислот – поліфенольних з'єднань яблук, бананів, авокадо. Найбільш багаті поліфенольними сполуками фрукти і ягоди, такі як хеномелес, виноград, чорна смородина, чорноплідна горобина, вишня, абрикоси, ожина, журавлина, малина, яблука

Наступні похідні фенолу широко використовуються як антиоксиданти: трет-бутилгідрокінон; бутилгідроксіанізол; бутилгідрокситолуол.

Трет-бутилгідрокінон використовується для стабілізації рослинних олій, топленого масла та харчових жирів. *Бутилгідроксіанізол* один з найпоширеніших антиоксидантів стійкий до високих температур і нерозчинний у воді використовується для стабілізації жирів та олій, топленого масла, солоного бекону, сухого молока, сумішей для кексів та концентрованих супів. Активність збільшується в присутності похідних галової, лимонної та аскорбінової кислот. *Бутилгідрокситолуол* – один з найбільш широко використовуваних синтетичних антиоксидантів. Він використовується для стабілізації рослинних олій, розплавлених жирів і харчових жирів. Бутилгідрокситолуол термостійкий і не розкладається під час випікання або при обробці цукеркових мас. Використання похідних фенолу у виробництві жирів та олій дозволяє значно підвищити їх стабільність. Наприклад, додавання 0,01% за масою бутилгідроксіанізолу до смальцю збільшує його стабільність у 5 – 13 разів, а додавання бутилгідрокситолуолу до харчових жирів та олій – у 10 – 12 разів.

Похідні галової кислоти: пропілгаллова кислота, октилгаллова кислота, додецилова кислота. Похідні галової кислоти є активними антиоксидантами. Основними синергістами є лецитин і лимонна кислота. Галлатовані жирні кислоти використовуються у виробництві рослинних і тваринних жирів, що застосовуються в продуктах, які готуються при високих температурах: харчові жири, сало, тваринні жири, риб'ячий жир, сухе молоко, сухі суміші для тортів і кексів, сухі сніданки на основі зернових культур, супові

кубики.

➤ У харчовій промисловості при консервуванні плодово-ягідних соків, сухого молока, жирів застосовують антиоксидант природного походження – *дигідрокверцетин*, який дозволяє також знизити токсичну дію міцних алкогольних напоїв на печінку людини. Дигідрокверцетин відноситься до класу відновлених флавоноїдів і є представником групи флаванон-3-олів. За хімічною структурою дигідрокверцетин є поліфенолом. Його антирадикальна активність проявляється вже при концентрації 3,3 – 0,3 мкмоль/л за повної відсутності мутагенної активності для людини [2].

Добова потреба людини в антиоксидантах – до 100 мг. Найбільша кількість антиоксидантів міститься у свіжих ягодах: калині, чорниці, журавлині, чорноплідній горобині, чорній смородині, у продуктах їх переробки, а також у напоях: какао, червоне вино, зеленому чаї та меншою мірою чорний чай.

➤ *Біогенні аміни* – це група азотовмісних органічних сполук з аліфатичною (путресцин, кадаверин, спермін, спермідин), ароматичною (тирамін, фенілетиламін) або гетероциклічною (гістамін, триптамін) структурою. Гістамін, серотонін, дофамін, тирамін мають велику біологічну активність. Біогенні аміни утворюються в результаті декарбоксилування вільних амінокислот під дією ферментних систем мікробного походження. Біологічна дія серотоніну пояснюється наявністю в його молекулі гідроксильної групи. Ацетилхолін є медіатором передачі нервових імпульсів від нервових волокон на м'язи, гістамін виконує роль медіатора і стимулює утворення соляної кислоти у слизовій оболонці шлунку.

➤ *Селен* – мікроелемент, що входить до складу глутатіонпероксидази, що перетворює з участю глутатіону органічні перекиси в спирти; міститься в ядерних білках. Ведучий механізм біологічної дії селену, його неорганічних і органічних сполук – антиоксидантний антиоксидантна активність селену. В найбільших кількостях селен міститься в морепродуктах (молюсках, ракоподібних, рибі, водоростях), печінці, нирках (0,4 – 1,5 мг на 1 кг сирової маси); в м'ясі – 0,1 – 0,4, молоці 0,1 – 0,3; в зерні і хлібопродуктах – 0,8; у фруктах і овочах менше 0,1 мг/кг; багато селену в пивних дріжджах. Серед овочів щодо багаті селеном часник, цибуля, капуста та інші хрестоцвіті, особливо броколі. Активність селену підвищується вітамінами Е, А і С. Добова потреба дорослої людини у селені складає – 150 – 200 мкг. Джерелом селену в харчуванні людини є зернові, особливо зародки пшениця. Перспективним об'єктом для біотехнологічного отримання селену з метою його використання у харчових цілях є простіші гриби, дріжджі, одноклітинні водорості, зокрема спіруліна. Шляхом автолізу селеновмісних дріжджів отримують біологічно активну добавку «Вітасин-Se» .

➤ *Сірковмісні сполуки*, які утворюються із амінокислот (цистеїн, цистин, метіонін), виконують специфічні функції в обміні речовин і, в той же час, є важливим інструментом антиоксидантної системи.

➤ *Каротиноїди* – це природні рослинні пігменти, які надають багатьом

фруктам і овочам характерні яскраві червоні, помаранчеві та жовті відтінки. На сьогодні відомо понад 600 видів цих сполук. Серед них основними є:

β-каротин, який в організмі перетворюється на вітамін А. Він відіграє важливу роль у підтримці здоров'я шкіри та очей, причому найкраще проявляє свої властивості у поєднанні з вітамінами Е та С. Джерелами β-каротину є такі продукти, як морква, манго, гарбуз, канталупа, папайя та солодка картопля.

α-каротин виробляє приблизно вдвічі менше вітаміну А, ніж β-каротин. Проте високий рівень α-каротину в організмі асоціюється з довголіттям і зниженим ризиком смерті від різних причин, включаючи онкологічні та серцево-судинні захворювання. Він міститься в тих самих продуктах, що й β-каротин, а також у мандаринах, томатах та горосі.

Лікопін є потужним антиоксидантом. Він сприяє зменшенню ризику розвитку раку простати, остеопорозу, інсульту та раку легенів. Основними джерелами лікопіну є червоні фрукти й овочі, такі як кавуни, томати, червоні грейпфрути, червона капуста та червоний перець.

Лютеїн найбільш відомий своєю здатністю підтримувати хороший зір. Це один із найефективніших каротиноїдів для профілактики вікової дегенерації жовтої плями – захворювання, яке часто зустрічається у людей старше 60 років і може призводити до поступової втрати центрального зору. Лютеїн також захищає шкіру від пошкоджень ультрафіолетом і може знижувати ризик таких захворювань, як рак легенів, молочної залози, серцево-судинні хвороби та інсульт. Він знаходиться переважно у листовій зелені: капусті, шпинаті, броколі, брюссельській капусті та зелених бобах.

➤ *Вітамін А* є потужним акцептором перекісних радикалів, що пов'язано із його здатністю активно перехоплювати пероксидні сполуки. Антиоксидантні ефекти даного вітаміну мають також і опосередкований характер, оскільки ретинол, як відомо, бере активну участь у синтезі сірковмісних амінокислот в організмі, зокрема L-цистеїну.

На антиокислювальні властивості й показники активності *фосфоліпідів* впливає склад жирних кислот. Фосфоліпіди з насиченими жирними кислотами і з довгим ланцюгом, мають більш високі значення антиокислювальної активності. Фосфоліпідні фракції відомі як антиоксиданти [2].

➤ *Лецитин* — як харчова добавка з антиоксидантними властивостями вперше була прийнята до виробництва у США. Лецитини беруть участь у побудові клітинних структур та в чисельних метаболічних реакціях. Вони гальмують пероксидацію ліпідів, уповільнюють процес окислення.

➤ Важливі *ферментні антиоксиданти* — супероксиддисмутази, каталаза, пероксидаза, глутатіон-редуктаза та церуплазмін. Ферменти супероксиддисмутази застосовують для профілактики негативного впливу токсичних хімічних речовин та радіоактивних випромінювань. До складу молекули супероксиддисмутази входять іони міді, цинку, та марганець, що забезпечують електронно-транспортну функцію активних центрів ферментів. Молекула має дисульфідний зв'язок -S-S- і одну SH-групу, які відіграють значну роль у забезпеченні антиоксидантної дії [1].

➤ *Церулоплазмін* — мідьвмісний білок α -глобулінової фракції сироватки, який окислює поліфеноли, біогенні аміни, а також перетворює залізо двовалентне у тривалентне. На відміну від супероксиддисмутази, захищає внутрішньоклітинні структури та ліпідновмісні біоструктури крові від ушкоджувальної дії вільних радикалів [7].

➤ *Ізотіоціанати* — фітохімічні речовини, які зустрічаються в хрестоцвітних овочах: броколі, цвітна капуста, листяна капуста, рукола, редька, васабі, дайкон, гірчиця, хрон. Вони зумовлюють пекучий смак деяких овочів. Ізотіоціанати являють собою сполуки, багаті на сірку. Так як вони токсичні для рослин, які їх виробляють, ізотіоціанати залишаються інертними до тих пір, поки рослину не пошкоджують жуванням, нарізанням чи іншим чином. Вони не дозволяють активувати канцерогени, зменшують наслідки прийому хімічних речовин і прискорюють виведення токсинів з організму.

➤ *Таніни*, які ще називають дубильними кислотами. Це натуральні консерванти, що перешкоджають росту багатьох вірусів, бактерій, дріжджів і грибів. Таніни присутні у більшості рослин, особливо в корі листяних дерев, а також ягодах, горіхах, бобових, какао і в напоях, на зразок кави, чаю, пива і вина. Вони володіють дубильними властивостями і зумовлюють в'язучий смак. Таніни є потужними антиоксидантами. Крім звільнення від вільних радикалів, вони очищають організм від важких металів, захищають від пухлин і серцево-судинних захворювань, знижують ризик смерті при опікових травмах, прискорюють загоєння ран і лікують різноманітні запалення.

2.13. Фізіологічне значення пробіотиків та способи збагачення ними харчових продуктів

Виробництво функціональних пробіотичних продуктів засноване на використанні: пробіотиків; симбіотиків; пребіотиків; синбіотиків.

Пробіотики — це активні і неактивні форми мікроорганізмів, а також їх структурні компоненти та метаболіти, які позитивно впливають на мікрофлору кишечника людини. Найчастіше класичними пробіотиками називають біфідобактерії та молочнокислі мікроорганізми роду *Lactobacillus*. Метою їх є колонізація шлунково-кишкового тракту пробіотичними мікроорганізмами, які проявляють антагонізм щодо умовно-патогенних і патогенних бактерій, вірусів, грибів, дріжджів, поліпшення порушеного балансу мікроорганізмів в кишечнику:

✓ продукція вітамінів К, біотину; ніацину, піридоксину і фолієвої кислоти; гідроліз жовчних солей і холестерину і регуляція його рівня;

✓ оптимізація травлення і нормалізація моторної функції кишечника шляхом вироблення субстанцій,

✓ захисна роль — запобігання негативного впливу іонізуючого випромінювання, хімічних забруднювачів їжі, канцерогенних факторів, токсичних ендогенних субстратів, незвичної і екзотичної їжі, забрудненої води

за рахунок стимулювання імунної відповіді і підвищення неспецифічної імунорезистентності.

До основних груп пробіотиків відносять:

- Пробіотики на основі живих мікроорганізмів;
- Пробіотики на основі метаболітів або структурних компонентів представників нормальної мікрофлори;
- Пробіотики на основі сполук мікробного чи іншого походження, які стимулюють ріст і активність біфідобактерій і лактобацил – представників нормальної мікрофлори;
- Пробіотики на основі комплексу живих мікроорганізмів, їх структурних компонентів, метаболітів у різних поєднаннях і сполуках, які стимулюють ріст представників нормальної мікрофлори;
- Пробіотики на основі генно-інженерних штамів мікроорганізмів, їх структурних компонентів і метаболітів із заданими характеристиками;
- Пробіотичні продукти харчування на основі живих мікроорганізмів, їх метаболітів, інших сполук мікробного, рослинного або тваринного походження, здатних підтримувати й відновлювати здоров'я через корекцію мікробної екології організму.

До пробіотиків належать такі мікроорганізми:

- ◆ Лактобактерії (*L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. bulgaricus*, *L. lactis*, *L. reuteri*, *L. rhamnosus*, *L. fermentum*, *L. johnsonii*, *L. gassed*);
- ◆ Біфідобактерії (*B. bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*, *B. breve*, *B. adolescents*);
- ◆ Непатогенні різновиди *Escherichia Coli*;
- ◆ Непатогенні різновиди *Bacillus* (*B. subtilis*);
- ◆ Непатогенні різновиди *Enterococcus* (*Enterococci faecium*, *E. salivarius*);
- ◆ Молочнокислий стрептокок (*Str. thermophilus*);
- ◆ Дріжджові грибки *Saccharomyces boulardii*.

➤ *Біфідобактерії (Bifidobacterium)* – основна група корисних сахаролітичних бактерій товстого кишечника, проявляють виражений мікробний антагонізм. Біфідобактерії – грампозитивні палички, облигатні анаероби, які не утворюють спор і відрізняються гілчастою морфологією. Найважливішими серед кишкових біфідобактерій людини є *Bifidobacterium bifidum*, *B. infantis*, *B. breve* та ін. Міжнародна молочна федерація називає біопродуктами такі суміші, в 1 мл яких міститься не менше 10^6 біфідобактерій. Відомо 32 види біфідобактерій, з яких у виробничих умовах використовують переважно 3 види: *B. bifidum*, *B. breve*, *B. longum*. Морфологічно біфідобактерії це грампозитивні палички. Фізіологічною властивістю біфідобактерій є їх здатність рости і розвиватися при температурі 20 – 40 °С при рН 5,5 – 8,0. Оптимальною зоною росту є температура 36 – 38 °С і рН 6,0 – 7,0 [19]. Для нормального росту і розвитку біфідобактерій велике значення має присутність вітамінів (пантотенова кислота, біотин, рибофлавін), мінеральних речовин (залізо, кобальт, магній, фосфор, калій), рослинних компонентів (знежирена соя, тростинний цукор, екстракт картоплі).

Фізіологічні властивості біфідобактерій:

- ✦ біфідобактерії проявляють високу антагоністичну активність щодо патогенних і умовно патогенних мікроорганізмів. Антагоністичну дію на патогенні мікроорганізми вимагає продукування органічних кислот – це призводить до підвищення кислотності і, як наслідок, пригнічення небажаної мікрофлори. Серед антимікробних речовин велике значення має перекис водню, який продукують пробіотичні мікроорганізми. Бактеріоцини – речовини, що виробляються мікробними клітинами, які мають інгібуючу здатність відносно патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів. підтримують нормальний баланс кишкової мікрофлори;
 - ✦ продукують коротколанцюгові жирні кислоти (оцтову, молочну та мурашину), які знижують рН середовища і роблять його несприятливим для розвитку патогенних мікроорганізмів;
 - ✦ здатні виділяти продукти метаболізму, які безпосередньо інгібують життєдіяльність патогенних бактерій;
 - ✦ знижують концентрацію потенційно небезпечного аміаку й амінів у крові;
 - ✦ синтезують вітаміни групи К, В, амінокислоти та ферменти, які всмоктуються в товстому кишечнику;
 - ✦ стимулюють імунну атаку проти патогенних мікроорганізмів, у тому числі й проти шкідливої кишкової мікрофлори;
 - ✦ проявляють протипухлинну активність;
 - ✦ підсилюють захисну здатність організму (завдяки стимулюванню біфідобактеріями антитіл);
 - ✦ сприяють зниженню рівня холестерину в крові (за участю ферменту редуктази);
 - ✦ приймають активну участь у відновленні нормальної мікрофлори кишечника після терапії антибіотиками;
 - ✦ біфідобактерії регулюють обмінні процеси організму за рахунок продукування вітамінів, зокрема вітаміну К (філохолін), групи В, біотин (вітамін Н), РР (ніацин), які беруть участь в обміні білків, вуглеводів, синтезі амінокислот.
 - ✦ біфідобактерії сприяють більш повному гідролізу білків, як рослинних, так і тваринних. Завдяки цьому підвищується засвоюваність їжі і знижується ймовірність розвитку харчової непереносимості через накопичення в товстому кишечнику неперетравлених білків.
 - ✦ застосування біфідобактерій разом з молочними продуктами поліпшує їх засвоюваність особами, що не переносять лактозу (завдяки виділення біфідобактеріями β -галактозидази, яка компенсує дефіцит цього ферменту в організмі людини).
- Бактерії роду *Lactobacillus* – це палички різної довжини. Особливістю стрептобактерій є їх висока стійкість до кухонної солі (6 – 10 %). Лактобацили у більшості здатні рости при температурі 1°C і добре розвиваються при 15°C.. Стрептобактерії мають виражену протеолітичну активність, завдяки розвиненому комплексу протеїназ і пептидаз, у відношенні не тільки

молочних, але м'язових і сполучнотканинних білків. Лактобацили посилюють фізіологічну активність шлунково-кишкового тракту. Лактобацили активно беруть участь у метаболізмі харчових волокон, у руйнуванні надлишку травних ферментів, а також у нейтралізації токсичних речовин, що надходять ззовні чи утворюються в результаті спотвореного метаболізму. Вони є джерелом різних біологічно активних речовин, а саме вітамінів групи В, фолієвої, нікотинової кислот, амінокислот, органічних кислот.

Лактобактерії синтезують широкий спектр речовин, які інгібують ріст інших бактерій.

Застосування стартових культур, що складаються з молочнокислих і біфідобактерій, дозволяє інтенсифікувати процес виробництва м'ясної продукції, а ц отримувати продукцію що мають лікувально-профілактичні властивості, що особливо важливо для людей, які страждають на шлунково-кишкові патології.

Розширюється застосування пробіотиків під час виробництва кондитерських виробів (шоколаду, кондитерських начинок, суфле, крему, вафель, тортів, тістечок), морозива, сухих сніданків, снєків, сухих білкових сумішей.

2.14. Фізіологічне значення пребіотиків

Пребіотиками, згідно з визначенням ВООЗ, називаються речовини, які не всмоктуються у тонкій кишківнику, але створюють сприятливі умови та стимулюють зростання нормальної мікрофлори товстого кишківника [20]. Тобто пребіотики – це хімічні речовини, які містяться в досить широкому спектрі продуктів харчування. Найбільша кількість пребіотиків міститься в молочних продуктах, крупах, хлібі, цибулі, артишоку, часнику, квасолі, гороху, аспарагусі, кукурудзі, бананах та ін. [7].

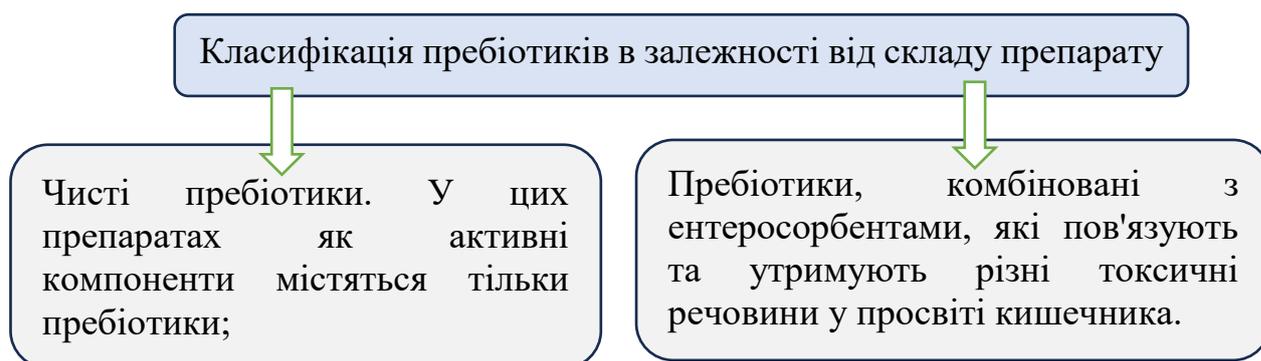


Рисунок 2.7 – Класифікація пребіотиків в залежності від складу препарату

Пробіотики повинні задовольняти наступним вимогам: не гідролізуватися і не всмоктуватися у верхній частині шлунково-кишкового тракту; бути селективним субстратом для корисних бактерій, що живуть у товстому кишківнику, тобто стимулювати їхній ріст чи біохімічну активність;

змінювати баланс кишкової мікрофлори в сторону більш сприятливого для організму людини складу; індукувати корисні ефекти не тільки на рівні шлунково-кишкового тракту, але й організму в цілому, тобто забезпечувати системні ефекти

Термін «пребіотики» використовується для визначення речовин або дієтичних добавок, які не гідролізуються у тонкому кишківнику людини [20]. Вони є субстратом біфідобактерій та лактобацил для стимуляції їхнього зростання, внаслідок чого поліпшується склад мікрофлори товстого відділу кишківника [7]. Існує декілька класів неперетравних олігоцукридів (рисунок 2.17):

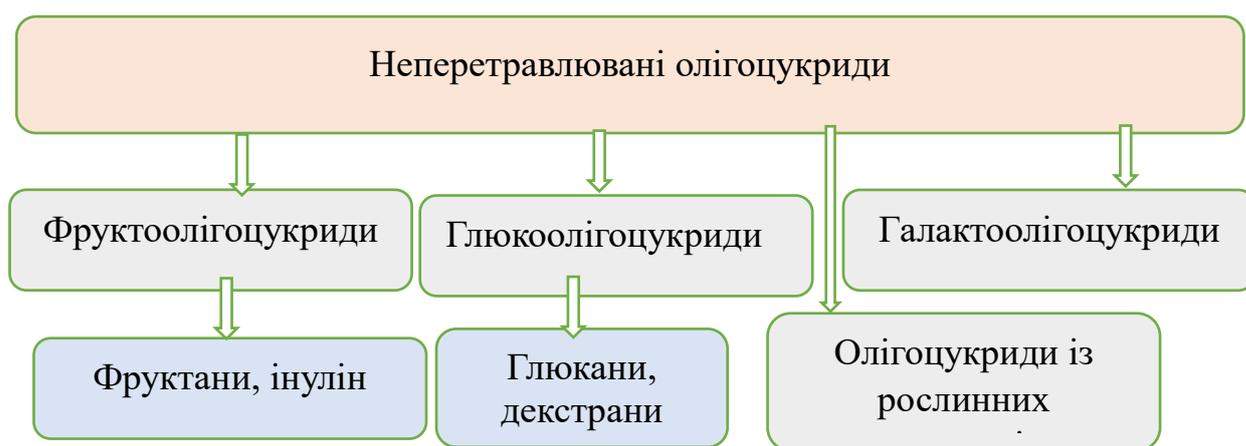


Рисунок 2.8 – Класи неперетравних олігоцукридів

Пребіотики відносяться до низькомолекулярних вуглеводів: олігоцукриди (фрукто- та галактоолігоцукриди), інулін, лактулоза, лактітол. На життєдіяльність мікрофлори кишківника людини в середньому витрачається до 10 % енергії, що надійшла до організму. Волокноподібні неперетравні олігоцукриди не гідролізуються і не всмоктуються в тонкому кишківнику завдяки відсутності в організмі людини специфічних ферментів (гідролаз). Неперетравні олігоцукриди досягають товстої кишки у незмінному вигляді, дегідролізуються мікрофлорою, в основному біфідобактеріями до CO_2 та органічних кислот. Зниження рН середовища кишківника, що має місце, перешкоджає проліферації патогенних мікроорганізмів, які не мають відповідних ферментів для розщеплення олігоцукридів.

2.15. Сумісність окремих функціональних інгредієнтів оздоровчих харчових продуктів

Збагачення харчових продуктів вітамінами, макро- та мікроелементами здійснюватися може лише з урахуванням чітко сформульованих, науково обґрунтованих та перевірених практикою принципів.

У продукти, збагачені солями заліза або іншими мікроелементами, не завжди доцільно вводити харчові волокна, здатні міцно зв'язувати ці

мікроелементи, порушуючи їх всмоктування в шлунково-кишковому тракті.

Борошно і хліб доцільно збагачувати вітамінами групи В, які добре переносять вплив високої температури в процесі випічки, чого не скажеш про вітамін С, що відрізняється значно меншою стійкістю. Тому при збагаченні борошна та хліба вітамін С практично не використовують. Борошно та хліб збагачують, як правило, вітамінами групи В, кальцієм та залізом. У соки та напої найчастіше додають вітамін С та водорозчинні вітаміни групи В: В₁, В₂, В₆, В₁₂, нікотинову, пантотенову, фолієву кислоти та біотин. Жиророзчинні вітаміни А, D, Е, К і каротин частіше додають у продукти, що містять шир: рослинне, вершкове масло, маргарин, молоко та кисломолочні продукти.

Поряд з медико-біологічними аспектами збагачення харчових продуктів є технологічні проблеми: збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами не повинно погіршувати цінність і якість цих продуктів – зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин; змінювати смак, аромат, свіжість продуктів; погіршувати показники безпеки; скорочувати терміни зберігання; рівномірно розподіляти в продукті. Наприклад, відомо, що продукти, збагачені харчовими волокнами пшениці, сої та інших злаків, можуть знижувати абсорбцію мінералів у кишечнику завдяки тому, що такі продукти містять значну кількість фітинової та уронової кислот, які зв'язують йони кальцію, магнію, цинку та заліза у нерозчинні комплекси та перешкоджають засвоєнню цих елементів. Водночас останнім часом з'явилися публікації про позитивний вплив на засвоєння кальцію таких харчових волокон, як інулін та олігофруктоза.

Оцінюється безпечність хімічної взаємодії інгредієнтів, якими збагачується продукт, між собою та з компонентами основного продукту. Обираються такі їх форми та сполуки, які забезпечують їх максимальне збереження під час виробництва та зберігання. Відомо, наприклад, що кальцій та залізо конкурують у кишківнику за всмоктування, тому одночасне збагачення продукту кальцієм та залізом навряд чи можна вважати доцільним. Кальцій відноситься до важко засвоюваних елементів. У складі харчових продуктів Кальцій знаходиться у вигляді погано розчинних або абсолютно нерозчинних у воді сполук. Тільки дія на них жовчних кислот, що супроводжується утворенням комплексних сполук, дозволяє перевести Кальцій в засвоюваний стан. В результаті попадання в організм людини з їжею всмоктується приблизно 10...40 % Кальцію. Всмоктування Кальцію в основному відбувається у верхньому відділі тонкого кишківника у вигляді одноосновних солей фосфорної кислоти [7]. Слід пам'ятати, що кальцій засвоюється лише у співвідношенні з фосфором 1 : 1,5. Всмоктування Кальцію зменшується за вмісту в раціоні великої кількості жирів, фітинових кислот (злакові культури), щавлевої кислоти (щавель, шпинат) [2].

Відомо також, що залізо перешкоджає засвоєнню багатьох інших металів: магнію, міді, марганцю, цинку тощо. Якщо одночасно з вітаміном Е до організму надходить залізо у тривалентній формі, воно окислюватиме токоферол і переводитиме його в неактивну форму. Слід брати до уваги, що

двовалентне залізо не викликає окислення.

Магній та жирні кислоти утворюють милоподібні солі, які не піддаються біодеградації у кишечнику. Водночас збагачення продукту вітамінами групи В буде неефективним у разі низького вмісту в них магнію, що є кофактором утворення тіамініпрофосфату, необхідного для засвоєння тіаміну та інших вітамінів групи В.

Збагачення міддю продуктів, що містять курячі яйця, буде неефективним через утворення жовтками яєць нерозчинних комплексів з міддю. Засвоєнню міді також перешкоджає вітамін С. За всмоктування у кишечнику з міддю конкурує цинк [1].

Збагачення продукту фолієвою кислотою доцільно проводити з додатковим внесенням до продукту вітаміну В₁₂, оскільки вітаміни групи В є синергістами, і достатній рівень одного з них може досить довго маскувати нестачу іншого, що призводить до необоротних нервових розладів. Досить важку в технологічному відношенні проблему є поєднанням в одному продукті аскорбінової кислоти з солями заліза або інших металів змінної валентності: цинку, міді тощо, що каталізують швидке її окислення зі втратою вітамінної активності.

Контрольні запитання за темою

1. Роль вітамінів і мінеральних речовин в харчуванні людини.
2. Назвіть технологічні особливості виробництва харчових продуктів, збагачених на вітаміни та мінеральні речовини.
3. Які основні джерела вітамінів і мінеральних речовин, що використовуються для збагачення харчових продуктів?
4. Назвіть нормативні документи, які регламентують норми фізіологічних потреб в енергії, макро- і мікронутрієнтах для різних груп населення України.
5. Наведіть можливі шляхи вирішення проблеми мікронутрієнтних дефіцитів в раціонах харчування населення України.
6. Назвіть вимоги до інгредієнтів функціональних продуктів харчування.
7. Завдання, які розв'язуються при створенні функціональних продуктів харчування?
8. Роль ПНЖК в організмі людини. Основні джерела ПНЖК.
9. Яких умов потрібно дотримуватися під час виробництва збагачених ПНЖК харчових продуктів? .

РОЗДІЛ 3. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ НАТУРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Природні фізіологічно функціональні продукти:

- ✓ фітостерини з бобів, овочів, фруктів, насіння соняшнику, горіхів;
- ✓ ізотіоціанати та індол з овочів родини хрестоцвітих;
- ✓ органічні полісульфіди з часника, цибулі;

- ✓ лігнани (агліконові фітоестрогени) з насіння льону, кунжуту, висівок, сої;
- ✓ кумарини з селери, петрушки, пастернаку, рослинні хінони (таніни) з грецьких горіхів, листових овочів, шпинату, сої;
- ✓ флавоноїди з фруктів та овочів, чаю, вина;
- ✓ фенольні кислоти з фруктів та овочів, ягід, чаю, вина, какао, шоколаду

3.1. Функціональні інгредієнти зернобобових

Згідно з даними, представленими в таблиці зернобобові за харчовою цінністю успішно конкурують із найпоширенішими видами харчової сировини.

Таблиця 3.1

Харчова цінність та калорійність зернових та бобових на 100 г

Зернові						
Показники	Жито	Гречка	Тритікале	Ячмінь	Овес	Просо
Білки,%	9,9	10,8	13,1	10,3	13	11,2
Жири,%	2,2	3,2	2,1	2,4	7,0	3,9
Вуглеводи,%	69,6	54	72,1	66,4	61,6	61,1
Харчові волокна,%	1,9	13,1	2,63	4,5	1,4	8,1
Ca, мг%	24	20	37	93	117	51
Fe, мг%	2,6	6,6	2,6	7,4	5,5	3,5
Mg, мг%	110	200	120	150	135	130
Вітамін В ₁ , мг%	0,3	0,2	0,4	0,12	0,47	0,42
Вітамін В ₂ , мг%	0,3	0,3	0,1	0,06	0,12	0,29
Вітамін А, мкг/%	1	2	-	-	3	-
Калорійність, ккал	338	346	336	315	316	378
Бобові						
Показники	Горох	Квасоля	Сочевиця	Соя	Чина	Нут
Білки,%	20,5	21,0	24,0	34,9	24,4	26,4
Жири,%	2,0	2,0	1,5	17,3	2,2	7,7
Вуглеводи,%	49,5	47,0	46,3	17,3		21,1
Харчові волокна,%	11,2	12,4	11,5	13,5	2,7	49,5
Ca, мг%	115	150	83	348	141	193
Fe, мг%	6,8	5,9	11,8	9,7	4,6	2,6
Mg, мг%	107	103	80	226	135	126
Вітамін В ₁ , мг%	0,81	0,5	0,5	0,94	0,47	0,08
Вітамін В ₂ , мг%	0,15	0,18	0,21	0,22	0,12	0,21
Вітамін А, мкг/%	2	0	5	12	3	15
Калорійність, ккал	298	298	295	364	316	309

Білки зерна жита порівняно з білками пшениці більш цінні, оскільки містять більше лізину, треоніну, фенілаланіну. Алейроновий шар зерна жита багатий на амінокислоти: лізин, гістидин, тирозин, серин. У складі жита є білки гліадин і глютенін, але іншого амінокислотного складу, ніж у пшениці [3]. Вміст білка в зерні тритикале більший, ніж у зерні жита і пшениці додаток 13. Білок зерна ячменю за сумою незамінних амінокислот трохи цінніший за білок пшениці, містить більше лізину й треоніну, особливо багатий на ці амінокислоти білок зерна плівчастого ячменю [3]. У зерні вівса вміст білка може коливатись у межах 9 – 19 %. Порівняно із зерном пшениці в ньому більше аргініну та лізину, але втричі менше глютамінової кислоти. Зерно кукурудзи містить від 8 до 14 % білка залежно від типу, особливо багато його в зародку [6]. В зерні проса різних типів білка міститься від 9 до 16 %, в його ядрі – в середньому 16 %. Вирізняється підвищеним вмістом аланіну та низьким – аспарагінової кислоти, лізину, аргініну [5]. Зерно гречки містить 8 – 14 % білка, причому близько половини – в його зародку. Високий вміст у ньому водорозчинних глобулінів та незамінних амінокислот. Лізину й треоніну у зерні гречки більше, ніж у зерні проса, пшениці, жита, рису.

Добавки із пшениці. Особливе значення має *зерновий зародок*, що відрізняється високим вмістом практично повноцінного білка, вітамінів, ліпідів, макро- та мікроелементів.

Зародок зерна пшениці містить до 40% білка, що містить практично всі незамінні амінокислоти, до 15% рослинного жиру і більше, ніж у зерні, водорозчинних та жиророзчинних вітамінів. До його складу входять біологічно активні речовини: білок 26-40%, ліпіди 13-31%, вітаміни, мг%: тіамін 16-41, рибофлавін 9-19, ніацин 33-48. Таким чином, зародок зерна пшениці майже повністю складається з біологічно активних цінних речовин. Значний зміст легкозасвоюваних поживних речовин визначає його велику енергетичну цінність [5]. Висока біологічна цінність зародка пояснює необхідність витягувати його при сортовому помелі пшениці у вигляді самостійного продукту з використанням для виробництва харчової олії, вітамінного концентрату, різних продуктів дієтичного харчування. Розроблена раціональна технологічна схема, що забезпечує при сортових помелах пшениці вилучення зародкового продукту в кількості 0,5 – 0,6 % маси зерна. Отриманий зародковий продукт містить (у середньому) 22,6% білка; 21,0% крохмалю; 9,21% жиру; 3,76% клітковини; 4,76% мінеральних сполук (за масою) [3].

На основі пшеничного зародкового борошна розроблено новий продукт для дитячого та дієтичного харчування, що має підвищену харчову цінність. Зародкові пластівці містять більше 35% білка, причому більш повноцінного по амінокислотному складу та легкозасвоюваного, ніж білки в цілому зерні; 28 % вуглеводів, переважно легкозасвоюваних; ліпідний комплекс (9 – 11%) на 82% представлений цінними ненасиченими жирними кислотами. Пластівці із зародків пшениці містять жир та водорозчинні вітаміни; мінеральний комплекс представлений калієм, магнієм, фосфором, залізом, кальцієм.

Борошно із зародків пшениці має гіпоалергенну дію і є екологічно чистим продуктом.

В останні роки у багатьох країнах Заходу відбувається розвиток підприємств із переробки зерна пшениці на *суху клейковину* та крохмалопродукти.

Пшеничні висівки відрізняються за кількістю амінокислот, у тому числі незамінних. Найбільш високу біологічну цінність мали білки висівок з розмельних систем, найменш – дрібних висівок з драних систем. Відмінності в амінокислотному складі висівок зумовлені особливостями фракційного складу білків. Виділені з пшеничних висівок білки мають усі функціональними властивостями: розчинністю, жироемульгуючою, водозв'язуючою, жирозв'язуючою та піноутворюючою здатністю, що дозволяє їх використовувати при виробництві хлібопродуктів, борошняних кондитерських виробів, кремів, десертів, пастильно-мармеладних мас.

Рис містить 7 – 9 % білка. Найбільша кількість його у зародку та зовнішніх шарах зернівки. У складі білків рису є всі незамінні амінокислоти. Рисове борошно підходить для людей будь-якого віку, оскільки є легкозасвоюваним джерелом природних мікроелементів та вітамінів. Рисове борошно посідає перше місце серед інших зернових борошнів за біологічною цінністю білка та високим вмістом крохмалю. Рисове борошно характеризується безглютенним вмістом крохмалю (приблизно 80%), але найголовніше, що рисове борошно не містить глютену. Глютен є харчовим подразником і може викликати такі розлади, як розлад травлення, метеоризм, печію, запор і діарею, навіть у здорових людей [7]. При використанні рисового борошна в кінцевому продукті не створюється крохмального присмаку і не змінюється смак. З цієї причини рисове борошно, як відомо, використовується у виробництві твердого сиру, м'якого сиру, плавленого сиру, йогуртів та морозива.

Завдяки збалансованому вмісту у білку незамінних амінокислотами бобові рекомендується вживати у поєднанні зі злаками. У насінні бобових вміст білків пропорційний його розмірам і в середньому становить: у квасолі – 25 %, гороху – 28, кормових бобів – 29, сочевиці – 30, сої – 39 %. Основна фракція білків представлена глобулінами. В насінні бобових багато аспарагінової та глютамінової кислоти, лейцину, ізoleyцину, валіну, треоніну, фенілаланіну. Високий вміст білків характерний і для насіння олійних культур. Наприклад, у ядрі соняшнику його понад 25 %, льону 20 – 30 %. У складі білка його багато незамінних амінокислот – глютамінової, аспарагінової, а також лізину. З білків соняшнику та бавовнику одержують ізоляти, які добавляють у борошно для випікання хліба [8].

Вуглеводи становлять до 2/3 маси зерна злакових і містяться переважно в ендоспермі. Представлені здебільшого полісахаридами, які складаються з глюкозних залишків. За вмісту моно- і дисахаридів у зерні пшениці понад 2,5 %, а жита – 3,5%. Середній вміст крохмалю в зерні становить: злакових 65 – 70 %, рису – 80, зернобобових – 40 %. Кількість, форма, розмір, щільність,

розміщення крохмальних зерен у зерні злакових різні. У голозерному зерні чи плівчастому вміст клітковини різний: у жита – 2 %, рису, ячменю – 9, соняшнику – 15 % [9].

В зерні ліпіди містяться у вигляді простих жирів (65 % ліпідів): у пшениці їх 2 %, просі – 4, вівсі 5 – 6, кукурудзі – 5, соняшнику – 45, сої – 20, горохові – 2 %. У складі рослинних жирів близько 75 – 80 % жирних кислот – пальмітинової, олеїнової, ліноленої [9].

Зернобобові не містять глютену та холестерину, мають низький глікемічний індекс, у них мало натрію, вони багаті на залізо і є лідерами за вмістом фолатів. Ці та інші особливості складу зернобобових роблять їх цінною сировиною для створення функціональних, дієтичних та спеціальних продуктів харчування. На думку дієтологів, бобові входять до списку десяти найкорисніших для здоров'я продуктів і повинні становити 8 – 10% раціону харчування

Овес традиційний злаковий продукт, який характеризується збалансованим вмістом різних функціональних компонентів. Алеїроновий шар зерен вівса і їх оболонки містить багато геміцелюлозу (близько 55%) і лігнін, які утворюють комплекс з високими адсорбційними властивостями по відношенню до ксенобіотиків. Овес є одним з найважливіших джерел повноцінного рослинного білка, жирів, харчових волокон, вітамінів В₁, В₂, РР, Е, К і мінеральних речовин, каротиноїди, які характеризуються антиоксидантними, ліпотропними й антиканцерогенними властивостями. Вуглеводи, що містяться в вівсі, складаються в основному з крохмалю (90%), який володіє цінними поживними властивостями [9]. Овес виділяється серед інших злаків високим вмістом ліпідів. Ліолева і ліоленова кислоти складають 50% поліненасичених жирних кислот вівса. Біохімічний склад підтверджує високу харчову цінність вироблених продуктів з вівса та їх лікувальний ефект. У зерні вівса співвідношення поліненасичених та насичених кислот становить 4:10, що близьке до рекомендованого (3:10 – 4:10). Співвідношення ліолевої й ліоленової кислот коливається в межах 10:1 – 20:1. Епідеміологічні дослідження показали, що споживання продуктів із цільного зерна вівса, багатих за вмістом бета-глюканами та арабіноксиланами, захищає від виникнення серцево-судинних захворювань, діабету II типу, ожиріння, деяких онкологічних захворювань, а в ряді країн, таких як Фінляндія, Великобританія, США, овес вже давно застосовується у безглютеновому харчуванні. Овес багатий ферментами, що поліпшують засвоєння жирів і вуглеводів, а також поліфенолами, які позитивно впливають на роботу печінки і підшлункової залози. В оболонках зерен вівса знаходиться конферин, який знижує вміст цукру у крові. Вівсяні продукти нормалізують жировий і холестеринний обмін, посилюють антиоксидантні процеси в організмі, зміцнюють стінки кровоносних судин.

Соеві боби є одним з найдавніших культурних рослин сімейства бобових і використовуються людиною вже більше тисячі років. Соя також є одним з основних джерел різних дієтичних добавок, що використовуються як

лікувальний та профілактичний засіб при багатьох захворюваннях. Вміст білка в сої 34 – 48%. За біологічною цінністю соєвий білок займає проміжне положення між білками рослинного і тваринного походження. Білкові продукти на основі сої використовуються не тільки як носії білка, але і як функціональні інгредієнти в дуже багатьох видів їжі. Текстуровані соєві білки завдяки технологічній обробці можуть надавати харчовим продуктам волокнисту структуру. За амінокислотним складом вони наближаються до стандартних білків. Соєві білки характеризуються особливими фізіологічними і функціональними властивостями – вони знижують рівень ліпідів і холестерину в сироватці крові. Вони можуть бути використані для профілактики і лікування атеросклерозу, цукрового діабету, ішемічної хвороби серця, гіпертонії і ожиріння. Фізіологічний і функціональний ефект досягається при щоденному споживанні 25 г соєвого білка. У складі соєвої олії 85% займають поліненасичені жирні кислоти. Боби сої містять 27 – 35% вуглеводів, з яких 15% припадає на розчинні олігоцукриди, поліцукриди і незначна кількість моноцукридів. Соєві боби містять 27 – 35 % вуглеводів з яких 15 % припадає на розчинні олігоцукриди, поліцукриди і незначна кількість моноцукридів. Олігоцукриди, що містяться в соєвих бобах, виконують роль пребіотиків для пробіотичних бактерій. Нерозчинні поліцукриди соєвих бобів, покращують перистальтику кишечника, виводять шкідливі, токсичні і радіоактивні речовини. У соєвих бобах міститься близько 4% мікроелементів. За співвідношенням Са : Р соя максимально наближається до молока та сиру, Са : Мп – до тріски. Соя містить 1600 – 1800 мг/100 г калію, може вважатися лікувальним і профілактичним засобом для людей, які страждають гіпертонією [10]. У сої міститься в 7 разів більше заліза, ніж в пшеничному хлібі, і в 12 разів більше, ніж в молоці, і 80% цього заліза біологічно доступно, тому сою можна вважати харчовою добавкою при дефіциті заліза [2].

Соєві боби містять важливі мікроелементи, такі як цинк, мідь і селен. Соя містить біологічно активні сполуки: катехіни, антоціани, лейкоантоціани, флавонони, флаволи, флавононоли. Ізофлаволи сої, кількість яких становить 1 мг на 3 г сухої ваги, і 80 – 90% цих сполук локалізуються в сім'ядолях, привернули увагу дієтологів і лікарів для профілактики і лікування онкологічних захворювань. Ізофлаволи проявляються в здатності запобігати росту ракових клітин, знижувати рівень холестерину в крові і пригнічувати резорбцію кісткової тканини при остеопорозі. Крім того, ізофлаволи проявляють естрогену активність. Ізофлаволи, як і інші поліфеноли, мають антиоксидантні властивості.

Соєві сапоніни (0,5% сухої ваги) відомі своєю протипухлинною, антиоксидантною та імуностимулюючою активністю. Вони також мають антитоксичну, знеболюючу, седативну і загальнозміцнюючу дію.

Особливий інтерес викликає застосування соєвого білка в харчовій промисловості. Це зумовлено, по-перше, його доступністю та можливістю отримання у значній кількості, що робить його важливим додатковим

джерелом білка. По-друге, соєвий білок має високі біологічні цінності, завдяки яким можна одночасно вирішувати не лише біологічні та економічні, а й соціальні проблеми. Існує понад 1000 найменувань продуктів із сої

Соєве борошно та соєва крупа	Білка 40 – 50 %
Соєві концентрати	Білка 65 – 70 %
Соєві ізоляти	Білка 80 – 90 %
Соєвий текстурат	Білка 50 – 52 %
Соєві соуси	Білка 2,6 – 7 %
Соєве молоко	Білка 16 – 28 %
Соєвий шрот	Білка 45 – 48 %
Соєвий тофу	Білка 8 – 10 %
Соєва окара	Білка 12 – 14,5 %

Рисунок 3.1 – Продукти з сої з вмістом білку

Соя цікава не лише як цінний продукт харчування. Вона містить до 50% високоякісного і легко засвоюваного рослинного білка, багато вітамінів та мінеральних речовин. Споживання соєвих продуктів має позитивний ефект при лікуванні дистрофії, ожиріння, серцево-судинних захворювань, хвороб

хірургічного профілю, цукрового діабету. Соеві продукти багаті на антиканцерогени, що запобігають розвитку онкологічних захворювань, нормалізують обмінні процеси в організм. З метою запобігання алергічних реакцій для грудних та маленьких дітей розроблено соєве молоко та різні хлібобулочні та кондитерські вироби на основі сої. Існують рекомендації щодо використання соєвого борошна при виготовленні різних кондитерських мас для широкого асортименту: борошняних кондитерських виробів, цукерок, карамелі, пастильно-мармеладних виробів, драже, халви. Ці рекомендації передбачають часткову заміну такої традиційної сировини, як цукор, суха та згущене молоко, какао порошок, горіхоплідна сировина. За кордоном широко поширене застосування в кондитерській промисловості замість ядер горіхів горіхових паст з цукром та добавками з сої. У багатьох розвинених країнах світу соєві продукти займають важливе місце в раціоні харчування населення. Наприклад, у США соєві боби замінюють до 30% м'яса у раціоні, в Англії – до 25%, а у Швеції – до 12,5%. Сою можна застосовувати як адекватний заміник дорогого горіхоплідної, молочної та іншої традиційної сировини без втрати смакових переваг готових виробів при помітному зниженні собівартості кондитерських виробів.

Вживання сої сприяє виведенню баластних та токсичних речовин з організму, що знижує ризик розвитку багатьох захворювань. Продукти з сої допомагають вирішувати одразу дві важливі задачі – забезпечення харчування та підтримку лікувального процесу. Соеві продукти й речовини, які входять до їх складу, особливо рекомендовані людям із харчовою непереносимістю тваринного білка. Завдяки високому вмісту лінолевої кислоти їх корисно включати до раціону після інфаркту міокарда, а також при захворюваннях серцево-судинної системи, таких як атеросклероз, ішемічна хвороба серця чи гіпертонія. Соя допомагає знижувати рівень "шкідливого" холестерину й підтримувати еластичність кровоносних судин. Людям із захворюваннями опорно-рухового апарату (артрити, артрози), хронічними патологіями жовчного міхура (наприклад, холециститом) або регулярними запорами також рекомендовано додавати в раціон продукти на основі соєвих бобів. Соя є корисною і для людей із діабетом чи ожирінням завдяки низькому вмісту вуглеводів. Лецитин, що міститься у сої, прискорює обмін речовин і сприяє здоров'ю клітин мозку. Він підтримує пам'ять, концентрацію та мислення на належному рівні, адже без достатньої кількості лецитину мозкові функції погіршуються. Крім того, за допомогою лецитину медики ефективно борються зі складними неврологічними станами, зокрема хворобою Паркінсона.

Сочевиця. За масовою часткою білка сочевиця поступається лише сої, на 3-4% перевищуючи горох і на 6-8% квасолі. За біологічною цінністю білки сочевиці не поступаються білкам сої та на одну третину складаються із незамінних амінокислот. Розроблено технологію отримання ізольованого білка сочевиці, який за своїм функціональним властивостям наближений до ізоляту соєвого білка [12].

Нут вважається одним із найкорисніших бобових. Поживна цінність обумовлена значним вмістом білків (близько 30%) і вуглеводів (приблизно 60%), а також макро- і мікроелементів при частці жирів менше 10% (додаток 14 та 15). Білок нуту містить незамінні амінокислоти (триптофан, лецитин, ізолейцин, лізин, метіонін) і замінні амінокислоти (гістидин, аргінін, тирозин, цистин). Нут є цінним джерелом ізолейцину, лейцину (додаток 14). Нут також допомагає боротися із залізодефіцитом, який є причиною багатьох порушень у роботі організму. Особливо це важливо для жінок, зокрема вагітних і тих, що годують грудьми, адже підтримання належного рівня заліза в організмі має вирішальне значення [13]. Крім того, нут є гарним джерелом вітамінів: В₂ (рибофлавін), В₁ (тіамін), нікотинової кислоти, пантотенової кислоти, холіну, а також мікроелементів і мінералів: наприклад, калію, магнію, фосфору, марганцю, молібдену. А це допомагає нормальному розвитку обмінних процесів в організмі: наприклад, марганець входить до складу ферментів антиоксидантного захисту, молібден – є компонентом системи тканинного дихання.

Люпину є перспективним джерелом для виробництва функціональних продуктів харчування. Він містить до 40% білка, в якому досить багато всіх незамінних амінокислот, включаючи лізин, треонін і лейцин (таблиця 3.3).

Сориз – це культура, отримана селекційним шляхом гібридизації хлібного сорго. Вона невибаглива, може вирощуватись в регіонах з засушливим кліматом. У зерні соризу міститься (12...15) % білку, (55...65) % крохмалю, (3,4...4,5) % жиру, (2,5...5,5) % моно- і дицукрів та клітковини (1,5...3,5) %. Є також мінеральні речовини: Na – 89, K – 202, Ca – 66, Mg – 96, P – 328, Fe – 2,6 мг%; та вітаміни: В₁ – 0,46, В₂ – 0,12, РР – 3,32 мг% [14]. Отже, борошно із соризу покращує хлібопекарні властивості пшеничного борошна з низькою газоутворюючою здатністю та слабкою клейковиною; собівартість нового виду виробу знижується, оскільки борошно із соризу дешевше; хліб пшеничний з доданням борошна соризу може використовуватись як у звичайному харчуванні, так і в лікувально-профілактичному, дієтичному, так як харчові волокна соризу проявляють захисні властивості, а саме здатні зв'язувати і виводити із організму людини радіонукліди, солі важких металів, холестерин, пестициди і таке ін., що буде сприяти поліпшенню якості життя.

Люцерна – рослина, що відноситься до сімейства бобових. Вона містить такі мінерали, як кальцій, магній, фосфор, марганець, залізо, цинк, мідь, калій, кремній, натрій і фтор. Люцерна містить флавоноїди геністен, дайзеїн, бета-каротин, вітаміни D, групи В (В₁, В₂, В₁₂), С, Е, К, а також протеолітичні ферменти, які розщеплюють білки і сприяють їх засвоєнню. До складу люцерни входять алкалоїди, аспарагін, куместрол, естрогени, фруктоза, мелонова і міристинова кислоти, сапоніни, стигмастерол, триаконтанол, амінокислоти, антоціани, карбогідрати, клітковина, жирні кислоти, медикагол, цукроза, стахідрин, триаконтан, тригонілін, ксилоза, ферменти, цукри, пігменти, крохмаль, органічні кислоти – яблучна, щавлева, саліцилова [15]. Завдяки наявності в люцерні сапонінів, вона знижує рівень холестерину в

крові, викликає атеросклеротичні зміни в стінках кровоносних судин, регулює кров'яний тиск і володіє протипухлинними властивостями. Високий вміст вітаміну К в люцерні чинить антигеморагічну дію і запобігає кровотечі, тому її використовують для профілактики і лікування різних форм гемологічного синдрому. Люцерна містить фтор природнього походження, що сприяє формуванню зубної емалі і має бактерицидну дію на мікроорганізми, які з'являються в порожнинах зубів через карієс і захворювань пародонту. Завдяки комплексу активних речовин люцерна може надавати протизапальну дію при артритях різного походження і ефективна при грибкових захворюваннях. Люцерна відмінний сечогінний засіб при захворюваннях сечовидільної системи, є сечогінним і протизапальним засобом, сприяє виведенню уратів, що полегшує лікування подагри. Завдяки повному набору вітамінів, білків та інших корисних речовин, люцерна покращує живлення шкіри і запобігає її старінню. Вона дуже багата хлорофілом і цінна при профілактиці і лікуванні анемії, захворювань легенів різного походження. Люцерна має естрогеноподібну активність, корисна жінкам для профілактики раку, підвищує лактацію у годуючих матерів.

Загалом, люцерна може підтримувати кровоносну систему, стимулювати кровообіг, знижувати рівень холестерину в крові, запобігати розвитку атеросклерозу, брати участь у профілактиці та лікуванні запальних захворювань сечостатевої системи та покращувати загальний стан діабетиків.

3.2 Функціональні інгредієнти фруктово-овочевих, ягідних культур

Овочі, фрукти та ягоди дуже важливі в раціоні. Імунодефіцит, інфекції, негативну генетику та інші проблеми можна запобігти або значно зменшити, якщо розуміти роль вітаміноподібних факторів, біологічно активних речовин загалом та макро- і мікроелементів у харчуванні людини, адаптованих до реального середовища. Важливість овочів і фруктів як продуктів харчування полягає в тому, що вони є основним джерелом вітамінів, пектинових волокон, активної клітковини, лужних мінералів, органічних кислот і вуглеводів, вони нормалізують діяльність корисної кишкової мікрофлори, зменшують прогресування гниття, посилюють моторику шлунку і кишечника та сприяють випорожненню кишечника. Овочі та фрукти мають вирішальне значення для підтримки кислотно-лужної рівноваги в організмі та запобігання дефіциту кислот. Овочі та фрукти містять хороший баланс активних мінеральних комплексів.

Картопля містить 15-16% вуглеводів і забезпечує 83 ккал в 100 г. Картопля містить 2% білка, але їй бракує сірковмісних амінокислот, хоча в ній багато лізину. Картопля є чудовим джерелом калію (570 мг/100 г) і підтримує нормальну роботу міокарда.

Капуста – смачна і корисна їжа. Найпоширеніший вид - білокачанна капуста. Вона містить високий вміст вітаміну С (45 – 60 мг/100 г), який мало втрачається при зберіганні. Навесні може залишатися до 30 мг/100 г.

Капустяний сік має противиразкову дію і сильно стимулює роботу травних залоз. Квашена капуста пригнічує гнильні бактерії і покращує травлення завдяки своїй кислотності. Крім того, квашена капуста є пребіотиком – стимулює розвиток корисних бактерій у кишечнику

Морква – цінне джерело каротиноїдів, вітаміну РР і вітаміну Е.

Буряк містить важливі мінерали: калій (240 мг/100 г), натрій (90 мг/100 г) і залізо (1,4 мг/100 г). У буряках містяться барвники антоціани, які володіють бактерицидними властивостями.

Томати є джерелом багатьох вітамінів, зокрема вітаміну С (20 – 25 мг на 100 г), β-каротину (0,5 – 1,2 мг на 100 г) і РР (0,5 мг на 100 г). Серед мінеральних елементів особливо виділяється високий вміст калію – 290 мг на 100 г. Томати містять важливий каротиноїд, антиоксидант лікопін, біодоступність якого зростає при термічній обробці томатів. [16].

Цибуля багата на вітаміни та має цінні речовини, такі як фітонциди. У зеленій цибулі вміщується близько 30 мг вітаміну С і 2 мг β-каротину на 100 г. Однак у самій цибуліні вітаміну С значно менше – лише 10 мг на 100 г. Фітонциди цибулі сприяють боротьбі з бактеріями та захищають організм від деяких інфекційних захворювань.

Фрукти й ягоди відзначаються високими смаковими якостями, а також містять значну кількість цінних вітамінів, мінералів і вуглеводів.

Вміст вітаміну С найбільший (мг/100 г) у таких ягодах: сушена шипшина – 1200, чорна смородина та обліпіха – по 200, суниця – 60, агрус – 30. Значна кількість цього вітаміну також присутня в цитрусових (апельсини, лимони, мандарини) – 40–60 мг/100 г. В інших фруктах і ягодах вітаміну С міститься помітно менше (мг/100 г): у черешні – 15, яблуках – 13, сливах – 10, грушах – 5. Вміст β-каротину (мг/100 г) найбільший у деяких фруктах і ягодах: обліпіха – 10, шипшина – 2,6, абрикоси – 1,6, хурма – 1,2, айва – 0,4. Вітамін РР також має відносно високий рівень (мг/100 г) у таких фруктах: абрикоси – 0,7, малина, шипшина, слива – по 0,6. Фрукти та ягоди багаті на цінні мінеральні речовини. Особливе місце серед них займає калій (мг/100 г): персики – 360, чорна смородина – 350, абрикоси – 305, агрус і виноград – по 260, яблука – 250. Значна кількість заліза міститься в таких продуктах (мг/100 г): чорниця – 7, чорна смородина – 1,3, суниця та малина – 1,2 [17].

Фрукти й ягоди багаті на прості цукри, зокрема глюкозу та фруктозу (6 – 10 мг/100 г). У винограді їх вміст може сягати 16%. Завдяки вмісту органічних кислот, ці продукти позитивно впливають на обмін жирів і стимулюють травлення. Наявна у фруктах і ягодах клітковина сприяє покращенню функціонування кишечника. Як і овочі, вони допомагають підтримувати кислотно-лужну рівновагу організму після фізичних навантажень. Соки з фруктів, ягід та овочів є цінними харчовими продуктами. Вони містять значну кількість вітамінів, легкозасвоєваних цукрів, мінеральних речовин лужного характеру, мікроелементів, пектинів і клітковини. Особливо корисні соки з м'якоттю. Морквяний і абрикосовий соки багаті на каротин, що робить їх незамінними у раціоні людей з підвищеними фізичними навантаженнями.

Використання рослинної сировини в харчуванні може сприяти запобіганню або пом'якшенню реакцій організму під час адаптації до реальних умов середовища.

Топінамбур відомий у Європі з XVIII століття. Джерелом біологічноактивних речовин є бульби топінамбуру, які містять 19 – 21% сухих речовин, з яких вуглеводів – 16,9, жирів – 0,1, білків – 2,3, мінеральних речовин – 1,1%. Одним із перспективних напрямів переробки топінамбуру є отримання високофруктозних сиропів, що містять 82% цукрів, з яких 83% складає фруктоза і 17% – глюкоза [1]. В якості біфідостимулятора доцільно використовувати також сухий концентрат топінамбуру, до складу якого входять інулін і поліфруктозани. Завдяки вмісту фруктози, інуліну, різних мінеральних компонентів, вітамінів, пектинових речовин топінамбур являється цінною речовиною для харчової промисловості. Вуглеводи топінамбуру, які представлені фруктозою і її похідними, становлять до 60 % від маси сухих речовин. До складу білків топінамбуру входять всі незамінні амінокислоти. Використання топінамбуру нормалізує вуглеводний і жировий обмін, сприяє зниженню концентрації глюкози в крові, що дуже важливо для людей хворих на цукровий діабет та порушення обміну речовин. Важливою особливістю топінамбуру є посилення імунної функції організму, очищення від радіонуклідів, важких металів. Топінамбур традиційно використовують як лікувальний засіб за умов порушення обміну речовин [18].

Ревінь. Хімічний склад ревеню непостійний і залежить від району вирощування, погодних умов, віку рослини. Встановлено, що вміст сухих речовин і пектину у старих гілках вищий, ніж у молодих, а антоціанів і цукрів – нижчий. В ревені виявлено антраглікозид хризоцинового типу, що сприяє виведенню каменів із сечовивідних шляхів [19].

Амарант. Серед рослинних продуктів амарант як нетрадиційна культура є концентрованим функціональним продуктом. Харчова цінність амаранту визначається високим вмістом білка (до 18 – 20%), ліпідів (7 – 10%), вітамінів, мінеральних компонентів. За вмістом незамінних амінокислот (лізіну та метіоніну) білок амаранту перевищує традиційні зернові культури. Вміст ліпідів у насінні амаранту становить 5,7 – 6,9 %, що вище, ніж в інших зернових культурах. Серед жирних кислот переважає лінолева [20]. У листках також містяться поліфеноли (до 5,4%), у тому числі флавоноїди (до 2,8%), вітаміни С, Е, А, пігменти, пектини (до 6%), мікроелементи. Насіння амаранту багате такими вітамінами як рибофлавін, ніацин, токоферол, аскорбінова кислота [21]. Також насіння амаранту є цінним джерелом фосфору, заліза, магнію, кальцію. Значна частина мінеральних речовин амаранту (60% від загального вмісту) сконцентрована в оболонці і зародках зернового матеріалу. Залізо та мідь переважають у зародках, а кальцій, натрій та марганець – в оболонках насіння. Найчастіше, як функціональний продукт, використовується борошно амаранту, яке у порівнянні з борошном інших зернових культур містить значно більше білка, жиру, кальцію та фосфору. В амаранті присутні інгібітор трипсину, хімотрипсину, поліфеноли, сапоніни, фітинова та шавлева

кислоти, які можуть впливати на організм людини як позитивно, так і негативно. Значна кількість поліфенолів зумовлює антибактеріальні, противірусні, антиоксидантні та протизапальні властивості амаранту. Сапоніни амаранту мають антиоксидантну, імуномодельючу дію, забезпечують продуктам з амаранту антиканцерогенні властивості.

Броколі. До хімічного складу капусти броколі входить велика кількість ізотіоціанатів, сульфорафан, індол-3-карбінолу, глюкозинолатів, вітамінів: А, В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, С, Е, К, РР, U, мікроелементів: Р, К, Са, Сu, Mg, Mn, Fe, Se, Zn і Na. За вмістом у плодах вітаміну А капуста броколі перевершує пекінську, білокачанну капусту і кольрабі. Вітаміну С у ній в 1,5 рази більше, ніж в апельсині, а кальцію – більше, ніж у молоці. Вміст у броколі вітаміну С коливається в межах 31...90 мг/100 г, загальних каротиноїдів – 162...224 мг /100 г сухої маси, причому останнього більше у мікрозелені вирощеної до 14 діб, розмір пагону 2,5...8 см (збір проводять як тільки сформувалися сім'ядольні листки) – приблизно стільки ж як в гарбузі та моркві. До складу броколі входить велика кількість бета-каротину, приблизно така ж, як і в гарбузі та моркві [22]. Ненасичені жирні кислоти значно переважають в маслі насіння броколі (84,3 %), де ерукова кислота є основною (33,1%). Вміст еруконової кислоти обмежує виростання насіння броколі стравах та кормах, так як вона має негативний вплив на міокард. Іншими ненасиченими жирними кислотами є ліноленова (20,6 %) та лінолева (16,1 %) кислоти. Фракція насичених жирних кислот включала пальмітинову (6,8 %) та стеаринову кислоти (0,2 %). Інші жирні кислоти; капронова, лауринова, міристинова, пентадеканова, пальмітолеїнова, арахідонова, бегенова кислоти є другорядними жирними кислотами вміст їх менше 1 % загальної кількості жирних кислот, причому сезонність не впливає на їх вміст суттєво

Загальний вміст вуглеводів в різних сортах броколі коливається у межах 3,49 – 5,00 % від загальної маси. Фруктоза є основним моноцукром, і в залежності від сорту броколі її кількість в межах від 48,8 до 56,9 % від загального вмісту цукрів у броколі. Вміст глюкози в межах 11,1 – 20,5 %. В стеблах броколі загальна кількість вуглеводів за рахунок вмісту крохмалю та розчинних цукрів: раміноза 1,8 – 2,3 %, фруктоза 0,8 – 1,1; арабіноза 15,9 – 18,5 %; ксилоза 16,4 – 21,2 %; маноза 2,7 – 4,5 ; галактоза 10 – 10,7 %; глюкоза 4,0 – 20,6 %; уронові кислоти 30,1 – 49,3 %. Броколі має великий вміст нерозчинних поліцукрів, особливо багаті на них стебла. Нерозчинні поліцукри складають: целюлоза 3,6 – 18,5 %, геміцелюлоза 17,6 – 24,4 %, пектин 57,8 – 79,1 % [24].

Споживання плодів броколі завдяки вмісту 3% клітковини сприяє процесам детоксикації та відновленню перистальтики шлунково – кишкового тракту організму; володіє антиканцерогенними властивостями, підтримує необхідну кислотність, сприяє кращому засвоєнню поживних речовин, знижує розвиток патологічних запальних процесів, зумовлених неконтрольованим розмноженням клітин (ракових, саркомних, лімфомних), інвазією та

метастазуванням. Ефективно пригнічує головну причину гастродуоденальних шлункових виразок – інфекції *Helicobacter pylori* [26] .

Велику частку замісних амінокислот у капусті броколі займають аргінін (от 6,02...6,90 мг/100 мг), глутамінова (16,3...18,1 мг/100мг) та аспарагінова кислоти (9,4 ... 10,5 мг/100мг), які сприяють нормалізації обміну речовин в організмі людини [24].

За вмістом незамінних амінокислот білок капусти броколі наближається до білка таких загальноживаних продуктів харчування, як курячі яйця, яловичина, м'ясо курки та риба, а за вмістом ізолейцину, метіоніну та цистину не поступається їм білку. Білок капусти броколі містить достатньо високу кількість таких незамінних амінокислот (табл. 3.2) як лізин, лейцин і триптофан, що свідчить про його високу біологічну цінність[24] .

Таблиця 3.2

Характеристика амінокислотного складу білків броколі (мг/1г білка) [24]

Амінокислота	Вміст
Валін	59,60
Ізолейцин	50,30
Лейцин	59,60
Лізин	64,32
Метіонін+цистин	62,22
Триптофан	13,65
Фенілаланін+тирозин	68,6
Треонін	41,3

Броколі містить поліфеноли та глюкозинолати. Глюкозинолати можуть бути гідролізовані кишковими мікроорганізмами до ізотіоціанатів та інші діючі речовини. Ці речовини мають протиракову, протизапальну, антимікробну та антиатеросклеротичну функції.

Капустяні відносяться до родини хрестоцвітих овочів, до складу яких входить сульфорафан – речовина, що має виразну протиракову та антибактеріальну активність. Найбільший вміст сульфорафану серед овочів родини хрестоцвітих – у капустяних (табл. 3.3) [27].

Таблиця 3.3

Вміст сульфорафану в овочах родини хрестоцвітих

Хрестоцвітні	Вміст сульфорафану (мг/100г)
Броколі	40 – 70
Цвітна капуста	20 – 28
Брюссельська капуста	15 – 20
Редис	10
Хрін	8
Руккола	10

Капуста броколі, окрім сульфорафану, містить протиракові речовини: індол-3-карбін і синергін. Перша активізує здатність імунної системи

протистояти утворенню ракових клітин, а друга запобігає розмноженню ракових клітин, що зупиняє їх поділ, а потім знищує повністю [28.].

Рівень біогенних нутрієнтів у мікрозелені броколі може бути вищим у 40 разів, порівняно з сформованим суцвіттям. Середня кількість поживних речовин мікрозелені броколі була у 1,73 рази більшою ніж у суцвітть. Таким чином можна вживати на 42% меншу масу броколі на стадії мікрозелені (~ 53г) для отримання такої ж кількості мінералів порівняно з суцвіттями (~ 91 г).

Вагомий вміст у броколі поліфенолів 3,63 мкг/г; хлорофілу а – 737,8 мкг/г, хлорофілу b – 223,9 мкг/г, антоціанів – 172,51 мкг/г [29].

Хлорофіли мають певний спектр фармакологічної активності; має ярко виражені антимікробні властивості, його використовують для лікування ран та опіків. Він чинить тонізуючий вплив на організм, стимулює роботу серця та дихального центра [1].

Броколі є одним з овочів багатим на поліфеноли та флаваноїди. Поліфеноли можуть ефективно нейтралізовувати радикали, покращувати кровообіг, знижувати вміст холестерину, та впливати на його окиснення. Вміст поліфенолів та флаваноїдів у в броколі 8,42 и 1,10 мг/г відповідно. Антиоксидантна здатність 1 г свіжої броколі межах 14,74 ммоль/л/г.

Ехінацея. Використовуються корінь і кореневище. Рослина містить велику кількість інуліну, інулоїду, а також цукрозу, вулозу, бетаїн, фітостерини, жирні кислоти. Відомо, що ехінацея сприяє збільшенню виробництва й активності лейкоцитів, має антисептичну дію [30]. Застосовують ехінацею для профілактики кашлю, простуди, ангіни, шкірних проблем. Хімічний аналіз ехінацеї виділяє декілька груп речовин: поліцукриди, флаваноїди, похідні кавової кислоти, есенціальні олії, поліацетилени, алкіламіди та ін. Вона блокує дію ферменту гіалуронідази, захищаючи організм від розповсюдження бактерій і вірусів. Коріння ехінацеї містить мідь, бетаїн, ехінацин В, ехінацен, ехінакозид, арабінозу, фруктозу, жирні кислоти, глюкозу, залізо, інулін, поліцукриди, калій, смола, протеїн, таніни, вітаміни А, С, Е та інші речовини.

Плоди бузини багаті на цукри, органічні кислоти, а також на антоціани та інші поліфеноли. Є одним з найбільших джерел антиоксидантів використовується як сировина для промислового виробництва антиоксидантів, барвників та біологічно активних сполук. Традиційно їх використовують як харчові інгредієнти у фруктах, вареннях, соках. Вони також використовуються у виробництві різноманітних лікерів. Бузина є джерелом цукрів, білків, вільних амінокислот, харчових волокон, пектинових речовин, фітохімічних речовин, органічних кислот (яблучної, лимонної, винної, валеріанової та оцтової); вітамінів В, А і С; слизових речовин, камедів та восків [32]. Ягоди бузини містять поліненасичені жирні кислоти: пальмітинову, стеаринову, олеїнову, лінолеву, ліноленову, арахінову, нервонову [33]. Бузина є одним з найбагатших джерел біологічно активних сполук, таких як флавоноли (рутин, кемпферол), флаваноли, фенольні кислоти, проантоціанідини та антоціани (глікозиди ціанідину, самбуцину, дельфінідину, пеларгонідину, мальвінідину, пеонідину, петудину, 3-глюкозид, 3-самбубіозид, 3,5-диглюкозид і 3-самбубіозидо-5-

глюкозид ціанідину) [34]. Також плоди містять гідроксикоричні кислоти, ефірну олію, до складу якої входять метилвінілкетон, дамасценон, метилові та етилові ефіри міристинової, пальмітинової, стеаринової, олеїнової, лінолевої, ліноленої, пальмітолеїнової кислот, транс-3,7-диметилоктатрієн-1,3,7-ол-3, ліналоол, цис-гексенол. З макро- та мікроелементи містяться калій, натрій, магній, кальцій, алюміній, залізо, мідь, цинк, молібден, марганець, нікель та кремній.

В ягодах бузини міститься значна кількість моноцукрів, із органічних кислот домінує лимонна кислота. Міститься в ягодах також бурштинова кислота, що є антиоксидантом, бере участь в обмінних реакціях організму людини, має гепатопротекторну, антистресову, адаптогенну дію, що знижує утворення надлишкових кількостей холестерину та запобігає втраті кальцію клітинами. Антиоксидантні властивості ягід бузини, визначаються вмістом в них речовин фенольної природи – 856 мг/100 г, серед яких переважають антоціани (ціанідин), флаволи (кверцетин) [33].

Бузина є потенційним джерелом натуральних харчових барвників через велику кількість антоціанів. Пігменти бузини складаються тільки з глікозидів, з яких основними є ціанідин-3-глюкозид і ціанідин-3-о-самбубіозид. Крім них, ціанідин-3-О-самбубіозид-5-О-глюкозид і ціанідин-3,5-О-диглюкозид були виявлені як другорядні сполуки. Ці натуральні харчові барвники зазвичай використовують у вигляді порошку, концентрату чи екстракту під час харчових промислових процесів. На склад цих продуктів також впливають вибір способу попереднього оброблення (пресування, ферментативна обробка, термічна обробка та ін.). Дослідження основних тенденцій розвитку ринку харчових концентратів свідчить про зростання споживчого попиту на профілактичні та функціональні продукти із високою біодоступністю біологічно активних інгредієнтів. З метою підвищення харчової цінності продуктів, дикоросла сировина нещодавно була введена у виробничу технологію багатьох країн з метою профілактичного та функціонального застосування

Шипшина здатна активно накопичувати аскорбінову кислоту в своїх плодах і є дуже корисною. Вітамін С (2000 – 2500 мг/100г), який міститься у великій кількості у плодах бере участь в окисно-відновних реакціях і тканинному диханні. Підвищує стійкість організму до негативних зовнішніх впливів та інфекцій, підтримує міцність кровоносних судин, позитивно впливає на функції нервової та ендокринної систем, регулює обмін холестерину, сприяє засвоєнню заліза. Шипшина містить флавоноїди, каротиноїди (9,8 %), вітамін Р (2500 мг/100г), вітамін А, рибофлавін (вітамін В2), філохінон (вітамін К), токоферолі (до 170 мг%), флавоноїди (вітамін Р: кверцетин, ізокверцитрин, катехіни, антоціани) (2,13 – 4%), дубильні речовини (до 4,5%), сахариди, органічні кислоти, пектинові речовини (до 3,7%), а також солі заліза, калію, магнію і фосфору. а також пектинові речовини (14,1 %), органічні кислоти. У ньому міститься багато антиоксидантів. Завдяки високому вмісту вітамінів, плоди шипшини використовуються для отримання продуктів із вітамінами С, біофлавоноїдами, каротиноїдами та токоферолами

Плоди шипшини можна використовувати самостійно в якості сировини, яку піддали технологічній обробці (сушінню за $t = 60^{\circ}\text{C}$ або заморожуванню $t = -18^{\circ}\text{C}$), або як функціональний інгредієнт для збагачення харчових продуктів вітаміном С. Для запобігання зниженню вмісту аскорбінової кислоти плоди після збору негайно висушують у сушарках за температури $60 - 90^{\circ}\text{C}$ або у теплих приміщеннях, де їх рівномірно розстеляють тонким шаром і періодично перемішують. Комплексна переробка цих плодів передбачає їх екстракцію неполярними розчинниками. У результаті переробки отримують водний екстракт (вітамінно-флавоноїдний комплекс), шрот, концентрат аскорбінової кислоти, сироп із вітаміном С, концентрат вітаміну Р, каротиноїдний пігмент у формі пасти, олійний препарат «Каротолін» і концентрат вітаміну Е.

Журавлина. Ягоди журавлини містять велику кількість органічних кислот: бензойна, лимонна, хінна, яблучна, бурштинова, щавлева та багато інших. Завдяки бензойній кислоті, яка є природним консервантом, ягоди журавлини прекрасно зберігаються. Від інших ягід журавлина відрізняється високим вмістом полісахаридів, особливо пектину (0,2 – 1,4 %). Ці червоні ягоди багаті на різні мікроелементи. Особливо велика в них кількість калію, кальцію і фосфору. Трохи менше міститься міді, заліза і молібдену. Також в невеликих кількостях є олово, срібло, йод, бор, нікель, хром, цинк інші елементи. Всі речовини, на які так багата журавлина, відмінно збалансовані, тому дуже добре засвоюються організмом. За вмістом вітаміну С (45–77 мг/100г) ягода прирівнюється до апельсинів, лимонів, грейпфрутів, садової суниці. Журавлина – прекрасний антиоксидант. Вміст антоціанів 180 мг/100 г, катехинів 264 мг/100 г. Завдяки високому вмісту солей калію зменшується ризик застудних захворювань, особливо в осінньо-зимовий період [33].

Чорниця. Найвідоміша властивість чорниці – це її благотворний вплив на зір. Вживаючи ці ягоди можна зберегти гостроту зору і уникнути швидкої стомлюваності очей. Крім того, антоціани поліпшують кровообіг у сітківці. У чорниці міститься велика кількість барвників, вуглеводів 5,3 – 7,4%, органічних кислот 0,9 – 1,3 %, каротину 0,75 – 1,6 мг/100 г., рибофлавіну 0,08 мг/100 г., флавоноїдів 460 – 600 мг/100 г., нікотинової кислоти 2,1 мг/100 г. Використовують чорницю свіжому та сушену, для варення, компотів, соків, сиропів.

Обліпиха. Насамперед обліпиха – чемпіон за вмістом вітаміну Е, який запобігає старінню організму, а також ягоди містять вітамін С (54 – 316 мг/100 г), каротин (4,5 %), вітаміни групи В і Р (75 – 100 мг/100 г), яблучну й виноградну кислоти, мікроелементи, фруктозу та багато інших біологічно активних речовин. Обліпиха цінна також вмістом жиру (4,4 – 9 %), пектину (0,8%). Каротин, що міститься в ягоді, благотворно впливає на дихання і покращує обмінні властивості речовин. Обліпиху вживають за гіпо- й авітамінозу, загального виснаження організму. свіжі плоди й сік з них мають бактерицидну дію, стимулюють травлення. З обліпихи готують варення, желе, кисіль, пастилу, соки та ін. Обліпихову олію використовують як лікувальний засіб при опіках, променевих ураженнях шкіри. Це потужний рослинний

антиоксидант. Обліпиху вирощують в усій Україні. Плоди використовують для одержання обліпихової олії, споживають у сирому вигляді, сушать, переробляють на варення, повидло, желе, додають у кондитерські вироби, соки, настоянки, лікери [1]. М'якоть плодів обліпихи містить гліцериди лінолевої, олеїнової, пальмітинової, пальмітолеїнової, стеаринової та інших жирних кислот; флавоноїди, лейкоантоціани, катехіни і флавоноли. Плоди обліпихи (свіжі або перероблені) широко використовуються у лікувально дієтичному харчуванні. Соком із свіжих плодів обліпихи змащують ділянки шкіри з ураженнями виразкового характеру, у тому числі спричиненими рентгенівським промінням.

Таблиця 3.4

Хімічний склад ягідної сировини

Показники	Обліпиха	Чорна смородина	Порічка червона
Білки, г	1,2	1	0,6
Жири, г	5,4	0,4	0,2
Вуглеводи, г	5,7	7,3	7,7
Органічні кислоти, г	2	2,3	2,5
Харчові волокна, г	2	4,8	3,4
Насичені жирні кислоти, г	2,2	0,1	0,1
Вітаміни в 100 г			
Вітамін А, мкг	250	17	33
Вітамін В ₁ , мг	0,03	0,03	0,01
Вітамін В ₂ , мг	0,05	0,04	0,03
Пантотенова кислота, мг	0,15	0,4	0,06
Вітамін В ₆ , мг	0,11	0,13	0,14
Вітамін В ₉ , мкг	9	5	3
Вітамін С, мкг	200	200	25
Вітамін Е, мг	5	0,7	0,5
Вітамін Н, мкг	3,3	2,4	2,5
Вітамін РР, мг	0,5	0,4	0,3
Мікро- та макроелементи, мг в 100 г			
К	193	350	275
Са	22	36	36
Mg	30	31	17
Na	4	32	21
P	9	33	33
S	-	2	-
Cl	-	14	-
Fe	1,4	1,3	0,9

Калина. Плоди багаті на пектин, органічні кислоти (2 %), дубильні речовини (до 1%), каротин і вітаміни С (до 50 мг/100 г) і Р (300 – 500 мг/100 г). В ягодах калини вітаміну С міститься більше, ніж у цитрусових. Плоди

калини вживаються у вигляді настоїв і відварів як вітамінний, потогінний, загально зміцнювальний і заспокійливий засіб. За допомогою калини можна позбутися простудних захворювань і почистити організм від шлаків [32].

Айва. Завдяки наявності великої кількості пектинових речовин (0,3%), вітаміну С (10 – 12 мг/100 г) та заліза (3 мг/100 г) у плодах цієї лікарської рослини її можна використовувати для лікуванням неокрів'я, кишково-шлункових захворювань та порушень, які супроводжуються кровотечами. Дубильні речовини (0,1 – 1,8 %) айви найбільш виражено впливають на стан травного тракту [33].

Чорноплідна горобина. Чорноплідну горобину використовують як гіпотензивний, капілярзміцнювальний, сечогінний й жовчогінний, полівітамінний засіб. Плоди чорноплідної горобини багаті біологічно активними речовинами, основну частину яких становлять сполуки з Р-вітамінною активністю: флавоноїди, катехіни, антоціани і лейкоантоціани. Плоди багаті на пектин, органічні кислоти (0,8 %), пектини (до 2,5%), фенольні сполуки (5 – 6 %), біофлавоноїди (500 мг/100 г). Біофлавоноїди виконують роль антиоксидантів, які знешкоджують вільні радикали, запобігаючи процесам передчасного старіння організму. Плоди горобини чорноплідної використовують для виробництва вітамінних соків, повидла, а також органічних харчових барвників у харчовій і кондитерській промисловості. В їх складі виявлено до 10% цукрів, до 1,3% яблучної та інших органічних кислот, до 0,6% дубильних речовин [32]. Серед вітамінів плоди містять (мг%): аскорбінова кислота – 15, речовини з Р-вітамінною активністю – до 2000, каротин – близько 2, токоферолі – 1,5, філохінон – 0,8. Мінеральний склад включає золу (2,81%) та макроелементи (мг/г): калій – 13,90, кальцій – 1,30, магній – 1,00, залізо – 0,05. Щодо мікроелементів у кількості (КБН): марганець – 0,07, мідь – 0,58, цинк – 0,10, кобальт – 0,15, хром – 0,02, алюміній – 0,02, селен – 3,63, нікель – 0,11, стронцій – 0,06, свинець – 0,02. Бор міститься в концентрації 4,80 мкг/г [33].

Ірга. Плоди садової ірги цінуються за високу цукристість. Плоди багаті на органічні кислоти (до 1%), каротин (0,2 – 1 мг/100 г), флавоноли (30 мг/100 г), дубильні речовини (0,5 – 0,8 %) , вітаміни С (10 – 40 мг/100 г). Плоди ірги – хороший полівітамінний засіб, їх застосовують для лікування авітамінозів. Ірга нормалізує сон і зміцнює організм. У промисловості використовується для виробництва соків і напоїв [34].

Терен. Плоди терну, а також настойки і відвари з них виявляють в'язучу дію, їх рекомендують приймати під час розладів діяльності шлунково-кишкового тракту, неспецифічних виразкових колітах, дизентерії, харчових отруєннях і кандидозах. Плоди багаті на органічні кислоти (до 3,3 %), каротин (20 мг/100 г), пектини (до 1 %), дубильні речовини (1 – 1,7 %), вітаміни С (75 – 90 мг/100 г). Плоди терну використовують як цінний продукт для різних способів переробки, при виробництві вин, лікерів, варення, соків, сиропів, екстракту, оцту, мармеладу, пастили, цукатів.

Чорна смородина. Ягоди чорної смородини використовують як полівітамінний засіб для ослаблених, важкохворих або тих, хто переніс операцію. Свіжі та перероблені плоди мають в'язучу, бактерицидну та сечогінну дію. Свіжий сік чорної смородини також призначають як в'язучий засіб при виразці шлунку, дванадцятипалої кишки і загостренні шлунково-кишкових розладів. Ягоди чорної смородини багаті на мінерали та вітаміни, зокрема калій (350 мг/100 г), залізо (до 230 мг/100 г), марганець і мідь. Завдяки високому вмісту мінералів ягоди чорної смородини допомагають полегшити симптоми у пацієнтів із серцево-судинними та нирковими захворюваннями. Два універсальні вітаміни в чорній смородині – це С і Р. Як і плоди, листя чорної смородини характеризується широким спектром лікувальних властивостей (сечогінні, протиревматичні, тонізуючі). Французькі дослідники пояснюють сечогінні та протиревматичні властивості листя і бруньок смородини вмістом в них ефірної олії.

Порічка червона. Ягоди порічки червоної мають дієтичні властивості завдяки переважанню фруктози та низькому вмісту сахарози та лікувально-профілактичні, зумовленими підвищеним вмістом пектинових речовин. Порічка червона багата на такі поліфенольні сполуки, як катехіни, лейкоантоціани, антоціани, флавоноли, що підвищують антиоксидантну активність ягід і зміцнюють стінки кровоносних судин.

Кропива. Діючими компонентами, які входять до складу листя кропиви, є каротиноїди, глікозид уртицин, хлорофіл, холін, ситостерин, дубильні речовини, фітонциди, смолисті речовини, слиз, лецитин, ензими (оксидазу, пероксидазу і хлорофілазу), органічні кислоти (мурашину і кремнеземні), мінеральні солі (15 – 20%), кремнезем, залізо, а також солі калію і кальцію, редукційні цукру і каротин, аскорбінову кислоту, провітамін А, вітаміни К, В₁, В₂, хлорофіл (5 – 7%). За вмістом білків кропива не поступається бобовими рослинами. Крім того, по вмісту клітковини сухі листя кропиви поступають тільки висівкам. Листя рослини надає жовчо- і сечогінну дію, нормалізує ліпідний обмін, стимулює регенерацію тканин, у тому числі слизових оболонок шлунку і кишечника, збільшують кількість еритроцитів у крові, знижують рівень глюкози.

Квітки й листя конюшини містять прості й складні вуглеводи, рослинні білки й жири, вітаміни (С, Д, Е, групи В, каротин), мінеральні речовини й мікроелементи (магній, мідь, кальцій, хром, залізо, фосфор), глюкозиди трифолін і ізотрифолін, алкалоїди, дубильні речовини, флавоноїди, стероїди, сапоніни, віск, ефірне масло, органічні кислоти (саліцилову, кумаринові). У коріннях конюшини втримується протигрибкова речовина – тріфолірізін. Конюшина має жовчогінні, протимікробні, протизапальні, протипухлинні, протисклеротичні, потогінні, відхаркуючі, кровоспинні, сечогінні, протиалергійні властивості, виявляє зміцнювальну дію на стінки кровоносних судин, сприяє підвищенню їх еластичності й зниженню проникності. Вміст білка – 15,1% на 100 г сировини

Імбир уже понад дві тисячі років відомий як пряність, універсальний засіб лікування та оздоровлення. Його пряний і терпкий аромат обумовлений вмістом ефірної олії (1,2–3 %), а пекучий смак зумовлюють фенольні сполуки, такі як гінгерол. Як і багато інших лікарських рослин, імбир містить складний комплекс фармакологічно активних компонентів. До них належать бета-каротин, капсаїцин, кофеїнова кислота, куркумін, а також усі основні амінокислоти та вітаміни С, В₁, В₂ і А. Імбир є природним засобом рослинного походження, який стимулює обмінні процеси в організмі. Він запобігає склеюванню тромбоцитів, тим самим знижуючи ризик розвитку інфаркту. Також його застосовують у лікуванні запальних процесів, профілактиці та боротьбі з мігренню. Завдяки високому вмісту біологічно активних речовин імбир демонструє значну антиоксидантну активність.

У *листі стевії* зміст стевіозиду становить 12 – 15%. Крім того стевія містять 17 видів амінокислот, вітаміни А, В, С, Е К, хлорофілом і необхідні для організму і для підтримки здоров'я мікроелементи: залізо, кремній, селен, натрій, кальцій, калій, магній тощо, які сприяють нормалізації функції імунної системи, кровообігу, підтриманню артеріального тиску в межах нормальних величин, сприяють рубцюванню виразок шлунку, усувають явища гастриту і карієсу зубів. У стевії містяться поліненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова і арахідонова), які, як відомо, необхідні для обміну ліпідів в мембранах клітин всіх органів і тканин. Використання концентрату листя стевії як підсолоджувача у харчових продуктах знижує калорійність, позитивно впливає на підвищення біологічної цінності. Концентрат отриманий із стевії збагачений біологічно цінними речовинами: речовини дитерпенових глікозидів та флаваноїдного комплексу, ефірної олією, амінокислотами, макро- та мікроелементами, вітамінами, тощо.

Одним із перспективних видів сировини для створення харчових продуктів із дієтично-профілактичними властивостями є фітопорошки. Їх використання дозволяє не лише оптимізувати хімічний склад виробів, а й збагачувати їх комплексом біологічно активних речовин. Значним джерелом таких корисних сполук є саме фітопорошки, які містять природні комплекси макро- та мікроелементів у легкозасвоюваній формі.

Особливу категорію комплексних поліфункціональних збагачувачів складають: суміші трав, овочевий та ягідний жмих, насіння, плоди, листя які можуть застосовуватися для підвищення цінності традиційних харчових продуктів у різних формах: екстракти, концентрати, порошки, соки тощо. Компоненти таких зборів підбирають з урахуванням їх функціонального призначення у складі кінцевого продукту. Наприклад, для створення продуктів із радіопротекторною дією використовуються збори що містять ехінацею, елеутерокок, родіолу рожеву. Продукти для поліпшення роботи шлунково-кишкового тракту повинні мати у своєму складі спеції, такі як імбир і куркума, а також трави на кшталт звіробою чи хвоща польового, насіння льону тощо.

Використання кріотехнології дозволяє практично повністю зберігати в продукті біологічно активні речовини (БАР), а також його хімічний склад та

органолептичні властивості. Завдяки цій технології отримані порошки зберігають майже незмінну відповідність первинній сировині за кількісним і якісним складом. Кріопорошки із рослинної сировини містять компоненти, які сприяють зміцненню імунної системи, виявляють імуномодулюючі й загальнозміцнювальні властивості та позитивно впливають на покращення обміну речовин. До переваг низькотемпературних технологій належить повна утилізація організмом компонентів кріодобавок, а також наявність унікального ефекту, заснованого на позитивній радіопротекторній дії біодобавок. Це має особливе значення в умовах постійного внутрішнього впливу радіації, характерного для сучасної екологічної обстановки.

Основну групу біологічно активних речовин у кріопорошку з цукрового буряка становлять вуглеводи, серед яких переважають моно- і дицукриди (моноцукридів – 1–2 %, дицукридів – 65–70 %). Ця характеристика кріопорошку є надзвичайно важливою, оскільки під час інтенсивних фізичних і розумових навантажень саме цукроза та моноцукри стають особливо цінними через свою здатність швидко і легко засвоюватися організмом, сприяючи оперативному відновленню витраченої енергії. Важливо зазначити, що завдяки методу низькотемпературного зневоднення склад і властивості цукрів залишаються майже незмінними порівняно зі свіжим буряком. Вміст пектинових речовин у кріопорошку буряка варіюється в межах 8,5 – 10,2 %, з яких 4,8 – 6,1 % припадає на геміцелюлози, а 3,8 – 5,6 % – на клітковину. Органічні кислоти, такі як яблучна, винна, щавлева та лимонна, містяться в буряковому порошку в кількості 1,4 – 1,9 % у перерахунку на лимонну кислоту. Ці компоненти позитивно впливають на організм людини та сприяють підтриманню оптимальної кислотно-лужної рівноваги. Буряковий кріопорошок є значним джерелом макро- і мікроелементів – у ньому виявлено понад 20 мінеральних елементів, зокрема калій, магній, цинк та селен. Він також відзначається багатим вітамінним складом, особливо вітамінами групи В і вітаміном С. Крім того, кріопорошок цукрового буряка містить 3,3 – 4,5 % білка.

Гарбуз характеризується вмістом 60 – 70 % β - і α -каротину, решту становлять ксантофіл, віолаксантин, флавоксантин та інші каротиноїди. Технологічна й харчова цінність гарбуза обумовлена такими властивостями: низький рівень органічних кислот (рН 6,3 – 6,65), значний вміст різноманітних вітамінів (В₁, В₂, РР, С, К, Т, β -каротин) і мікроелементів (Na, K, Ca, Mg, P, F), висока частка вуглеводів (75 – 85 %) та хороша засвоюваність каротиноїдів у присутності жиру [35].

Морквяний порошок вирізняється високим вмістом каротиноїдів – 211,85 мг на 100 г. Морква є цінним харчовим продуктом завдяки насиченому комплексу біологічно активних речовин, серед яких виділяються каротиноїди й β -каротин. У її складі міститься 11 – 12 % сухих речовин, зокрема 6 – 7 % легкозасвоюваних цукрів, органічні кислоти, флавоноїди й ефірні олії, які надають моркві характерного аромату. Також вона має 1 – 3 % білків, 0,8 – 1,2 % клітковини і забезпечує організм необхідними мінеральними речовинами.

Цінність моркви обумовлена вмістом широкого спектра вітамінів, серед яких С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, Е, К, Р, РР, а також пантотенової й фолієвої кислот. Окрім цього, вона багата на біологічно активні речовини (фітонциди), мінеральні елементи (кобальт, калій, залізо, мідь, фосфор, кальцій, йод, бром тощо), ферменти та полісахариди, зокрема пектини й клітковину [34, 35].

Додавання криопорошків із гарбуза та моркви до напівфабрикатів сприяє підвищенню їхньої біологічної та фізіологічної цінності.



Рисунок 3.2. – Функціональні рослинні порошки

3.3. Функціональні інгредієнти олійних культур

Основною сировиною для виробництва олії в Україні є насіння соняшнику, льону, озимого ріпаку, гірчиці, сої тощо. Провідну роль серед олійних культур, звичайно, відіграє соняшник. Насіння соняшнику містить близько 57 % олії, а ядро – до 65 % [37]. Хімічний склад насіння олійних культур представлений в додаток 24 [37]. Рослинні жири, крім тригліцеридів,

містять також фосфоліпіди, жиророзчинні вітаміни (А, Е, D, К), речовини, що містять фосфор, та ін. Фосфоліпіди мають значну біологічну активність, беруть участь у процесі обміну та сприяють підвищенню всмоктування поживних речовин у кишках.

Таблиця 3.5

Хімічний склад шротів олійних культур (на 100 г)

Показник	Найменування шротів				
	Насіння льону	Насіння кунжуту	Сої	Соняшнику	Розторопші
Білок, г	28	38	45	40	20
Жири, г	10	4	-	-	5,5
Вуглеводи, г	9	24	18	39	25
Клітковина, г	35	2	2,6	8	35
Макро- та мікроелементи					
Калій, мг	790	423	1600	647	920
Кальцій, мг	1140	114	217	367	1660
Магній, мг	380	361	200	317	420
Натрій, мг	54	437	5	160	4
Фосфор, мг	600	616	603	860	960
Залізо, мг	77	15,17	9	6	8
Йод, мкг	9	-	8	22,5	9
Кобальт, мкг	0,71	30,2	31	32	10
Марганець, мкг	770	1800	200	8	10
Селен, мкг	171		18	53	129
Вітаміни					
Вітамін А, мг	0,1	-	0,004	0,01	0,01
Вітамін С, мг	14	-	6	11,4	15
Вітамін В ₁ , мг	1,07	2,7	1,8	1,84	0,3
Вітамін В ₂ , мг	0,4	0,78	0,28	0,18	0,3
Вітамін В ₉ , мкг	4,2	4	375	1000	100
Вітамін Е, мг	0,55	11,2	17,3	30	0,4
Вітамін РР, мг	2,1	13,4	3,12	10,12	2

В насінні олійних культур є макро-, мікро- й ультрамікроелементи, сумарний вміст яких майже вдвічі перевищує їх кількість у насінні інших культур. В насінні олійних культур завжди містяться жиророзчинні вітаміни – А, Д, Е, К в активній і неактивній формі (у вигляді провітамінів). Найбільш поширені в насінні вітаміни групи Е (токофероли) [39]. Білки насіння олійних культур застосовують для підвищення біологічної цінності багатьох харчових продуктів, містять незамінні амінокислоти. До складу насіння олійних культур та рослинних олій входять рослинні стероли (ситостерол, стигмастерол, брасікостерол), їх вміст коливається в межах від 0,1 до 0,4 % [38].

В насінні сої та інших олійних культур містяться флавонові та ізофлавонові глікозиди – молекули, в яких аглюконом є флавон. Ізофлавоони

менш поширені у рослинному світі, проте значна їх кількість виявлена у насінні сої (до 3 мг/г сухої речовини). До ізофлавонів сої відносяться, зокрема, дайдзеїн, генистеїн та гліцетин, а також їх глікозиди. Ці сполуки відносяться до фітоестрогенів. В залежності від співвідношення естрогенів в організмі людини флавоноїди сої можуть виконувати функцію як проестрогенну, так і антиестрогенну. В зв'язку з цим їх ще називають «адаптогенами» - речовинами, які здатні відновлювати рівновагу в організмі людини. Розлади метаболізму естрогенів в організмі людини стають причиною виникнення онкологічних захворювань у жінок. Ізофлавонові глікозиди здатні зменшувати рівень холестерину в крові. Вони також мають антиоксидантні властивості і, таким чином, попереджують виникнення багатьох хвороб. Аглюконом в фенолглікозидах є фенольні сполуки. Фенольні сполуки містяться в насінні багатьох олійних культур. Так, в насінні соняшнику містяться такі сполуки як кавова кислота та хлорогенова кислота. Хлорогенова кислота відіграє важливу в процесі дихання. Висушене знежирене насіння соняшнику містить від 1 до 6,5 % хлорогенової кислоти. Хлорогенова кислота утворює також комплекси з білками, внаслідок чого їх біологічна цінність зменшується [39].

Соняшник. Соняшникова олія містить жирні кислоти, фосфатиди, вітаміни (А, D, Е, К) та ін. цінні для людини компоненти. Вміст токоферолу в насінні соняшнику 4,0 – 9,5 мг%, в той час як соняшникова олія містить до 50 мг % [37].

Льон. Цінність лляного насіння визначається вмістом білків, жирів, харчових волокон (таблицях 3.16 – 3.19), антиоксиданти, токофероли, лігнанів, мікроелементи (мідь, магній, марганець, фосфор, хром, селен, залізо, цинк, нікель, калій, йод, кальцій, бор, цинк). Крім того, багате насіння і на вітаміни : D, B₁, B₃, А, Е, B₆. Насіння льону є багатшою скарбницею корисних жирних кислот омега-3, омега-6 і омега-9. Креатин — важлива для спортсменів речовина, що становить 3,5 г на 100 г лляного насіння [38]. Особливе фізіологічне і харчове значення мають ліпіди насіння льону, які є природним джерелом фізіологічно активних поліненасичених жирних кислот. Ліпідна фракція містить фосфоліпіди: фосфатидилхоліни, фосфатидилетаноламіни, фосфатидилові кислоти, фосфатидилінозити і фосфатидилсерини; у стероловій фракції міститься 41% ситостеролу, 26% кампестеролу, 9% циклоартенолу і 2% холестеролу. Токофероли насіння льону є також цінними функціональними компонентами, які позитивно впливають на здоров'я людини [39]. Насіння льону є джерелом цінних білків, які використовуються у вигляді борошна, білкових ізолятів і концентратів. Білки льону мають добре співвідношення амінокислот. Лімітованими в них є лізин, треонін, тирозин.

Рижій. До складу насіння рижію входять 20 амінокислот, у тому числі 9 незамінних. Із замінних амінокислот максимальну кількість становлять глютамінова – 20,1 % та аспарагінова кислоти – 10,3 %. Досить висока частка в складі білків припадає на пролін (5,9 %), який значною мірою сприяє стійкості рослини проти стресових ситуацій, зокрема, високо- та низькотемпературного стресу. Гліцин та аланін також досягають досить

високого рівня вмісту – 5,9 та 5,3 % відповідно [39]. Насіння рижію є джерелом незамінних жирних кислот, особливо омега-3, може містити більше 40 % олії. Близько 90% олії складається з ненасичених жирних кислот. Олія рижію містить велику кількість незамінних поліненасичених кислот, в тому числі: ліноленової – 31 – 41%, лінолевої – 16 – 20%, олеїнової – 17% та ейкозенової – 15%. Олія також дуже багата природними антиоксидантами, такими як токофероли, що робить олію дуже стійкою до окислення і згіркнення. Вміст вітаміну Е у насінні рижію становить приблизно 110 мг/100 г. [38]. У насінні рижію посівного міститься сильний антиоксидантний комплекс – вітаміни А, С та Е. Вони активно захищають організм від дії вільних радикалів та допомагають протистояти старінню і хворобам. Серед макроелементів рижію посівного найбільшим вмістом представлений магній. Насіння рижію чинить протигельмінтну, антисептичну, антигістамінну та регенеруючу дію на організм. Дуже корисне для людей з діабетом, онкозахворюваннями та проблемами ШКТ

Кунжут. Насіння кунжуту містить жири (44 – 58%), білки (18 – 25%), вуглеводи (13,5%) . До його складу входять такі вітаміни, як: бета-каротин, тіамін, рибофлавін, ніацин, піридоксин, α - і γ -токофероли, а також холін та мінеральні сполуки кальцію, калію, фосфору, магнію, мангану, заліза, міді та селену. За енергетичною цінністю кунжут відноситься до особливо високоенергетичних продуктів – може містити від 523 до 565 ккал. Денна порція насіння кунжуту повинна становити не більше 30 г. [41]. При споживанні цього функціонального продукту в зазначеній кількості забезпечується значна добова потреба людини у міді, мангані, магнії, кальції, а також майже третина добової потреби у залізі та вітаміні В₁ й 18 – 19 % – у цинку та фосфорі. Кунжут вважають найбагатшим джерелом кальцію, адже споживання лише 30 г кунжуту забезпечує 40 % добової потреби в ньому [40].

Фітостерини, що містяться в насінні кунжуту, здатні суттєво знижувати рівень холестерину як вільного, так і зв'язаного з ліпопротеїдами низької щільності. Згідно з дослідженнями, насіння кунжуту містить найбільшу кількість фітостеринів на 100 г серед різних горіхів та насіння: 400 – 413 мг.

Інгредієнти, що містяться в кунжутному насінні, сприятливо впливають на здоров'я людини: виводять токсини, нормалізують обмін речовин і мають значний потенціал до використання в медицині та дієтології. У першу чергу використання кунжутної олії пов'язане із її здатністю підвищувати кількість тромбоцитів у крові та прискорювати згортання крові. Цю олію лікарі рекомендують приймати внутрішньо при хворобі Верльгофа, ідіопатичній тромбоцитопенічній пурпурі, есенційній тромбоцитопенії, геморагічному діатезі, недокрів'ї, внутрішніх крововиливах. Також її широко використовують при легеневих хворобах, атеросклерозі, хворобах серця, печінки, жовчного міхура, підшлункової і щитовидної залоз, запальних захворюваннях суглобів, при закрепах, ожирінні, цукровому діабеті [40].

Фізіологічні функції та оздоровчий ефект лігнанів кунжуту полягають в нормалізації рівня холестерину в крові, збільшенні накопичування вітаміну Е

(γ -токоферолу), високий антиоксидантний захист, забезпечення антизбуджувальної здатності та потенційно естрогенної активності (досліджується можливість запобігання гормонозалежним формам раку (раку простати і грудей)). Найбільш переважає за вмістом серед лігнанів у олії кунжуту сезамін. Для нього встановлено здатність збільшувати печінкове окислення жирних кислот і водночас зменшувати їх синтез у печінці.

Гарбузове насіння. Хімічний склад гарбузового насіння (% у перерахунку на суху речовину): волога 6,0 – 6,5; ліпіди – 34,1 – 38,0; білок – 31,0 – 32,5; целюлоза 13,6 – 18,1; розчинні вуглеводи 9 – 10,4. Вміст олії в ядрі – 47,4 – 54,6% [42]. Шрот гарбузового насіння містить 32 – 55 % білку. Білок, отриманий при переробці лущеного насіння, використовують в харчових цілях. Гарбузова олія містить токофероли (76 % від суми токоферолів становить α -токоферол і 24 % його ізомери). Насіння гарбуза містить значну кількість вітамінів (вітаміни Е, К, (β - каротин, В₁, В₂, В₃, В₅, В₉), мінералів (магній, марганець, залізо, мідь, фосфор, цинк) і фітостерини, які переходять в олію. Ненасичені жирні кислоти, які входять до складу гарбузової олії є чутливими до окиснення [42].

Переробка насіння олійних культур – сої, соняшнику, розторопші призводить до утворення вторинних продуктів – шротів. Шроти мають цінний хімічний склад, перш за все, вони містять значну кількість харчових волокон, білків, вітамінів, мінеральних речовин, вуглеводів. Тому вони є перспективними для використання у технологіях харчових функціональних продуктів.

Соевий шрот містить естрогеноподібні речовини ізофлавоноїди. Серед них геністеїн і дайдзеїн, що мають антиоксидантні властивості і беруть участь у регулюванні обміну ліпідів. Соевий шрот містить до 44 – 48 % білка. Білки соєвого шроту відрізняються від інших високобілкових інгредієнтів збалансованістю амінокислотного складу. У результаті подальшої переробки одержують соєвий білковий концентрат, який містить 65 – 70 % протеїну, та соєвий білковий ізолят, що містить 90 – 92 % протеїну, які використовують переважно у харчовій промисловості.

Шрот соняшнику містить від 24 % до 40 % білка, вітаміни групи А і В, а також макро- та мікроелементи такі як кальцій, залізо, цинк, калій.

Шрот із насіння розторопші відносять до групи рослинних гепатопротекторів. Він містить білок, клітковину, селен та унікальний флавоноїдний комплекс – силімарин, що має властивість захищати мембрани клітин печінки від негативної дії отруйних речовин. Узагальнюючи відомості про корисні властивості шротів актуальним і перспективним є розроблення технології борошняних кондитерських виробів з пісочного тіста з використанням шротів. Борошняні кондитерські вироби з пісочного тіста є аналогічні з використанням розторопші плямистої і технології удосконалення борошняних кондитерських виробів на основі композиційних сумішей.

До складу *кунжутного шроту* входять: незамінні вищі ненасичені жирні кислоти, клітковина, целюлоза, пектини, фосфоліпіди, вітаміни,

мінеральні речовини.

В насінні деяких олійних культур містяться білки-інгібітори, які зменшують біологічну цінність білків. Біохімічна роль білків інгібіторів ферментів – захист рослин і їх насіння від бактеріальних і грибкових інфекцій, від псування комахами-шкідниками шляхом інгібування ферментів травного тракту комах. Присутність в насінні сої та арахісу білків-інгібіторів суттєво знижує їх засвоюваність організмом тварин і людини. До таких ферментів належать, зокрема, інгібітори протеолітичних ферментів, в першу чергу, інгібітори трипсину. Вміст таких ферментів характерний для насіння бобових культур. В бобах сої такі білки становлять 5 – 10 % від загального вмісту білків. Інгібітори трипсину є термолабільними ферментами, їх активність досить швидко втрачається під час термічної обробки. Для інактивації цих ферментів проводять теплову обробку соєвих бобів за температури 90°C протягом 1 год. Значно зменшується активність ферментів і при вимочуванні у воді. Особливо ефективно зменшується активність ферменту при мікрохвильовому нагріванні – інактивуються протягом 2 хв.

В насінні сої міститься також фермент уреаза, який каталізує реакцію розкладання сечовини із виділенням аміаку. Активність цього ферменту строго регламентується.

Розроблення технологій олій з використанням нетрадиційної сировини – олій кісточкових (вишні, абрикосу, персику, сливи, винограду) [44]. Олія з кісточок вишні має мигдальний запах і смак, містить вітаміни (А, В, Е, F, С) та мінеральні речовини (К, Са, Mg, Na, S, P, Cl, Mn, Cu, Zn) [44].

До складу олії з абрикосових кісточок входять триолеїн, вітаміни (А, В₁, В₅, F, С) та мінеральні речовини (Mg, Na, Fe, К). Олія з абрикосових кісточок безбарвна, з приємним запахом і смаком, що нагадує гіркий мигдаль.

Персикова олія містить вітаміни Е, А, РР, С, групи В, мінеральні речовини Са, Р, Fe, К і жирні кислоти [45].

Сливова олія, від золотисто-жовтого до коричневого кольору, зі смаком і запахом гіркого мигдалю, містить вітаміни Е, F, А, групи В, С та мінеральні речовини К, Mg, Fe, Na.

Виноградна олія, отримана з вичавок та кісточок, характеризується високим вмістом ненасичених жирних кислот (87,6...89 %) та зниженим вмістом насичених жирних кислот (11...12 %). Вона багата вітамінами (Е, А, В₁, В₂, В₃, В₆, В₉, В₁₂, С) і мінеральними речовинами (К, Na, Са, Fe). У таблиці 3.22 представлено жирокислотний склад соняшnikової олії та олій з кісточкових [45].

Наступним етапом досліджень було складання купажів, співвідношення олій в яких варіювало: 60...90 % соняшnikової олії, 5...25 % виноградної та 5...10 % абрикосової. Визначено, що співвідношення жирних кислот найбільше відповідає оптимальному у такому купажі: 90 % соняшnikової, 5 % виноградної і 5 % абрикосової олії, що відповідає 55,29...64,0 % МНЖК, 30,25...32,48 ПНЖК та 9,56...11,28 НЖК [45]

Сьогодні на ринку продовольчих товарів з'являються вироби, що містять насіння чіа, або шавлії іспанської. Чіа традиційний харчовий продукт для країн Центральної та Південної Америки. Світова харчова промисловість активно використовує насіння чіа у виробництві різноманітних продуктів. Воно входить до складу харчових добавок, сухих зернових сніданків, кондитерських виробів, а також напоїв, зокрема протеїнових коктейлів, з певним вмістом білків і поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Крім цього, насіння чіа застосовують як інгредієнт у протеїнових батончиках, розчинних напоях, а також як загущувач. Борошно з насіння чіа додають до хлібобулочних виробів, використовують у кондитерських начинках, глазурі, желе тощо.

Аналіз показує, що насіння чіа здатне забезпечувати тривалу стабільність якості продуктів із різним вмістом жиру в широкому діапазоні значень рН харчового середовища під час зберігання. У складі насіння чіа міститься 19 – 23% білка, 32 – 39% жиру, близько 38% вуглеводів, з яких 30% припадає на нерозчинні харчові волокна, 3% – на розчинні, і майже 5% – на цукри. Насіння чіа високо цінується як натуральний продукт із багатогранними корисними властивостями. Важливою характеристикою його хімічного складу є повна відсутність глютену, що робить його придатним для використання в продуктах харчування, розроблених для людей із целиакією.

Насіння чіа містить значно більше олії, ніж більшість зернових культур, і вирізняється найвищим рівнем омега-3 жирних кислот. У складі чіа 41 – 59 % припадає на α -ліноленову кислоту (омега-3) і 18 – 25 % на лінолеву кислоту (омега-6). У порівнянні з іншими продуктами, багатими на омега-3, насіння чіа значно переважає: вміст жирних кислот цього сімейства майже вдвічі вищий, ніж в ікрі лосося, утричі – ніж у печінці тріски, і аж у 42 рази перевищує показники оливкової олії. У середньому, рівень омега-3 жирних кислот у насінні чіа становить близько 21 %, тоді як у насінні льону – лише 17%. При цьому варто відзначити сприятливе співвідношення омега-3 до омега-6 у насінні чіа (1:4 – 1:6), що полегшує засвоєння незамінних поліненасичених жирних кислот в організмі людини. омега-3 жирні кислоти позитивно впливають на роботу серцево-судинної системи, знижують ризик серцевих нападів та інфарктів, нормалізують кров'яний тиск. Водночас омега-6 сприяють покращенню згортання крові, знижують рівень холестерину, підтримують здоров'я шкіри й організму в цілому.

3.4. Функціональні інгредієнти водоростей

Йодний дефіцит є глобальною проблемою і стосується населення більшості країн світу. Дослідження Інституту ендокринології та обміну речовин, проведені відповідно до критеріїв ВООЗ та Міжнародного центру з ліквідації йододефіцитних захворювань (Атланта, США), засвідчили, що практично уся територія України перебуває у зоні йодної недостатності, тому вибір раціональних підходів до проведення профілактики набуває важливого значення.

Морські водорості – це унікальні рослини, які ростуть у водному середовищі та істотно відрізняються від наземних рослин. Основні характеристики включають відсутність типових органів, таких як стебла, листя чи коріння. Серед їх головних переваг:

- 1) здатність поглинати велику кількість води і збільшуватися при цьому в об'ємі;
- 2) вміст специфічних для морської рослинності колоїдних полімерів (агар, альгінова кислота тощо);
- 3) вищий, ніж у наземних рослинах, вміст різноманітних макро- і мікроелементів.

Морські водорості мають антиканцерогенні властивості, що сприяють виведенню з організму важких металів, радіонуклідів та інших токсичних речовин. Солі альгінової кислоти, які містяться у цих рослинах, надають захист від впливу різних видів радіації. Глобальні дієтологічні дослідження підтверджують, що в регіонах, де водорості є невід'ємною частиною раціону, рівень ожиріння та хвороб, пов'язаних з неправильним харчуванням, значно нижчий.

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 антимутагенний і радіопротекторний вплив, а також вирізняються протизапальною та імунomodуючою 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 [1, 50].

Наразі відомо приблизно 28 тисяч видів водоростей, серед яких 8–10 тисяч належать до макрофітів. Морські водорості поділяються на три основні класи: Phaeophyta, Rhodophyta та Chlorophyta (, кожен із яких включає тисячі видів. Найбільшу цінність з-поміж них становлять бурі та червоні водорості. Хімічний склад водоростей виділяється такими особливостями: основу сухого залишку складають вуглеводи — їх частка варіюється від 57,0 до 80,0 % у бурих водоростях, від 34,6 до 80,4 % у червоних і від 37,0 до 53,0 % у зелених. Азотисті речовини займають значно меншу частку сухого залишку: від 3,5 % у бурих і червоних до 35,0 % у зелених видів. Ліпіди ж становлять мінімальну частину — від 0,2 до 3,0 % у бурих і червоних водоростях і до 12 % у зелених. У таблиці 3.6 наведено узагальнену порівняльну характеристику хімічного складу морських водоростей [50].

Останніми роками зростає інтерес до бурих водоростей *фукусів* як до джерела біологічно активних речовин. Екстракт фукуса призначають для використання в харчовій промисловості в якості джерела йоду та селену, він має високу поживну цінність, нормалізує обмін речовин.

Таблиця 3.6

Характеристика хімічного складу морських водоростей (на 100 г сухих речовин) [50]

Харчові речовини	Назва сировини							
	Фукус	Ламінарія	Цистозіра	Еламін	Хлорела	Спіруліна	Норі	Вакаме
Білок, г	6,7	8,65	7,9	9	7	57	5,8	3,03
Жир, г	1,56	1	0,8	2,5	6,7	5	0,28	0,64
Вуглеводи, г	22	64	68,4	47	11,2	25...58	5,1	9,14
Вітаміни, мг:								
А (ретинол), мг	170	211	217	211	86,1	170	260 мкг	18 мкг
В ₁ (тіамін)	0,7	5,7	2,7	5,6	1,63	5,5	0,1	0,1
В ₂ (рибофлавін)	6,2	5,4	3,4	5,4	5,68	4	0,4	0,2
РР (ніацин)	14,7	11,5	23	11,5	14,1	11,8	-	-
С (аскорбінова кислота)	24	33	54	33	49	14	39	3
Е (токоферол)	18,3	11,2	65	11,3	22,6	19	1	1
Мінеральні речовини, мг:								
Кальцій (Са)	383	1090	2800	1090	131,5	118	70	150
Фосфор (Р)	115	98	180	98	894,2	828	58	80
Натрій (Na)	312	2400	3070	2400	41,2	300	48	872
Магній (Mg)	445	400	905	400	191,5	166	2	107
Калій (К)	582	5600	8200	5600	1540	1435	356	50
Залізо (Fe)	80	85	43	85	58	80	1,8	2,2
Йод (I), мкг	120	210	65,8	210	100	50	-	-
Мідь (Cu)	0,7	0,6	1,2	0,6	0,4	1	0,3	0,3

Фукус і аскофілум містять повний набір мікро- і макроелементів. До їх складу входять залізо, кальцій, калій, кремній, магній, селен, сірка, цинк, фосфор, бор, барій та ін. Фукус багатий вітамінами (А, В₁, В₂, В₃, В₁₂, D₃, Е, К, F, Н, РР, С), органічні кислоти (альгінова, фолієва і пантотенова та ін.), клітковина, полісахариди. (альгінати, ламінарин, фукоїдан), поліфеноли. Найбільша кількість фукусу міститься в ньому з фукоїдану.

Знайдений в фукусі поліцукрид (фукоїдан) – 20% до сухих речовин, являє собою кальцієву сіль фукоїданої кислоти. У складі фукоїдану міститься 31 – 72% фукози, 5 – 31% галактози, невелика кількість манози, ксилози та арбінози. Розчини фукоїдану володіють антитромботичною дією. Вміст білку у фукусів становить близько 15%, вміст ліпідів у середньому складає 1 – 3%. Більша частина ліпідів – ненасичені жирні кислоти (представлені олеїновою кислотою) та поліненасичені жирні кислоти (представлені лінолевою та арахідоною кислотами). Водорість *Fucus vesiculosus* містить значну кількість вітамінів та мінеральних речовин. Наприклад, калію у фукоїдах в 1,5 – 2,0 рази більше ніж в ламінарієвих, вітаміну С більше в 4 рази [52].

Фукус – доступне джерело йоду, що особливо актуально на території з низьким вмістом цього життєво важливого елемента. *Fucus vesiculosus* рекомендується дорослим та дітям для профілактики ендемічного зоба, при захворюваннях щитовидної залози, викликаних дефіцитом йоду; для виведення радіонуклідів та тяжких металів із організму; для поповнення потреби організму в макро- та мікроелементах; при анеміях, пов'язаних з нестачею в організмі заліза; для нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту; для нормалізації обміну речовин в організмі та зменшення ризику виникнення пухлинних захворювань. Фукус збалансований комплекс полісахаридів і альгінатів, які допомагають виводити радіонукліди і солі важких металів, регулювати водно-сольовий баланс, очищати кишечник, підвищувати імунітет. До складу фукуса входять: альгінова кислота (полісахарид) – головний компонент, фукоїдан і ламінарин; вітаміни і мінеральні солі. Альгінати є унікальними та нешкідливими природними сорбентами, які вибірково зв'язують та виводять із організму людини радіонукліди та солі важких металів. Рекомендується вживання водорості при атонії кишечника, хронічних закрепах. Поєднання клітковини та мінеральних солей регулює порушену функцію органів травлення [52].

Фукус через вміст у ньому фукози служить потужним інгібітором вторгнення пухлинних клітин з м'якою антипухлинною активністю. Цукор фукоза може надавати корисну дію на імунну систему організму, стимулюючи імунні реакції гуморальних і клітинних типів і збільшуючи фагоцитоз [50].

Сольовий склад фукусу, близький до складу плазми крові і тканинної рідини організму людини, містить широкий і збалансований набір хімічних елементів. Полісахариди, які входять до складу бурих водоростей, нормалізують обмінні процеси, активуючи імунні реакції, перешкоджаючи утворенню тромбів, регулюючи функції щитовидної залози. Він володіє

протизапальною, протимікробною, ранозагоюючою і ендоекологічною дією на організм [52].

Ундарію пір'ясту, або *вакаме*, вирощують японські і корейські фермери. Світову популярність ці корисні водорості отримали в 60-х рр. минулого століття, коли виникла мода на суші. Основна перевага вакаме полягає у великій кількості білка, клітковини і поліненасичених жирних кислот. Крім того, ці водорості містять кальцій, йод, магній і цілий ряд вітамінів (А, С, D, Е, групи В, Е, Р, РР), бета-каротин, фолієву кислоту. Комплекс фітогормонів, які присутні в бурих водоростях, сприяє регенерації слизових оболонок організму людини. З'єднання бром, йоду і хлору є прекрасними природними антисептиками [52].

Ламінарія. Лікувальні властивості морської капусти пов'язані з наявністю в ній полісахаридів, вітамінів, органічних сполук йоду.

В Україні найчастіше використовується ламінарія. Рід ламінарія нараховує близька 30 видів, тільки 3 з них ростуть у південній півкулі: 2 види – біля берегів Бразилії на глибині (70...80 м), 1 вид – у південних берегів Африки. Решта видів поширена у північній півкулі; більше всього видів ламінарії у Тихому океані. Ламінарія – типовий представник бурих водоростей. Вона впливає на обмін речовин, щитовидної залози, баланс мінералів тощо. Це натуральний, збалансований комплекс, який створила сама природа. Містить більше 40 макро- та мікроелементів, у тому числі йод в органічно зв'язаній формі. Вважається, що щорічне вживання ламінарії в кількості 100...200 г сприяє зміцненню здоров'я і довголіття. Пояснюється цей факт особливостями хімічного складу морської капусти. Так в перерахунку на суху вагу водорість містить білків 5...20 %, ліпідів 1...3 %, харчових волокон 5,7...6,2, до 1,2 пектинів. За змістом багатьох хімічних елементів водорості значно перевершують наземні рослини. Так, бору в водоростях в 90 разів більше, ніж у вівсі, в 4...5 разів більше, ніж в картоплі і буряку. За вмістом йоду ламінарія випереджає всі відомі наземні лікарські рослини.

Ламінарія містить фолієву кислоту, полісахарид ламінарії (до 21%), маніт (до 21%), альгінову кислоту (до 25%), бром, калій і кальцій, сліди миш'яку, бурий пігмент фікоксантин, що маскує хлорофіл, натрій, магній, мідь, кобальт, йод (до 3%) у вигляді йодоорганічних сполук і йодидів, білкові речовини (до 9%), сліди жирної олії. Крім того, ламінарії містять вітаміни С (до 111 мг%), В₁₂ (0,04 – 0,05 мкг/г сухої сировини), В₁, В₂, D, каротин, віолаксантин, а також бурі пігменти – фукоксантин, неоксантин, неофукоксантин тощо, які маскують хлорофіл. У бурих водоростях міститься, крім хлорофілу А, хлорофуцин (хлорофіл С, або γ-хлорофіл) [53]. Фітогормони та вітаміни, що містяться в ламінарії, стимулюють репарацію слизових оболонок носа, порожнини рота, кишечника, жіночих статевих органів. У ламінарії цукровій містяться стерини, вміст яких складає 0,2 %. У складі стеринів переважає фукостерин (87 %), 24-метиленхолестерин (11 %), холестерин (0,05 %), 24-кетохолестерин (0,05 %) та сарингостерин (1,8 %) [53]. У різних видах ламінарії, зокрема в ламінарії цукровій, знайдені оксиліпіни.

Ліпіди ламінарієвих представлені кількома класами: нейтральні, глікозилдіацилгліцериди (гліколіпіди) та фосфоліпіди, які різняться за структурою та виконують різні функції в рослинах.

Морські водорості застосовують як антидотний засіб при отруєнні солями барію, свинцю, радіонуклідами. Відзначено позитивний вплив ламінарії при запальних захворюваннях очей для підвищення гостроти зору, розширення поля зору і часткового відновлення світлочутливості [52, 53]. Органічні сполуки йоду стимулюють функцію щитовидної залози, сприяють асиміляції білка та кращому засвоєнню фосфору, кальцію та заліза, активують ряд ферментів. Переважною вуглеводною сполукою у ламінарії є альгінова кислота. Важливе значення отримало одержання високоактивних форм альгінатів по відношенню до радіонуклідів і розробка харчових домішок і лікарських форм для виведення з організму радіоізоотопів. Ламінарію японську традиційно використовують у харчовій промисловості для виготовлення кулінарної продукції та консервів. Але у процесі попередньої технологічної обробки втрачається значна частина органічних і мінеральних речовин. Так, у Японії та Франції широко розповсюджені продукти з морської капусти – це приправи, сік, порошок, гранули, які можуть використовуватися окремо або як складові частини харчових продуктів і страв.

Для людей похилого віку із серцево-судинними захворюваннями рекомендовані хлібобулочні вироби з включенням до їхнього складу морської капусти 2 % до маси борошна і 10 – 17 % пекарського фосфатидного концентрату. У Німеччині та Норвегії виробляється житній хліб із застосуванням 2 % борошна із ламінарії.

Чорноморська бура водорість цистозіра. У достатньо високих кількостях 0,3 – 0,4 мг/г сухої водорості цистозіри міститься каротиноїд фукоксантин, який має антиоксидантні властивості.

У результаті комплексних досліджень цистозіри встановлено, що в ній міститься (у перерахунку на суху масу) 20...40 % альгінової кислоти, 3 % маніту, 0,1 % йоду. Цистозіра містить: 28 мікро- і макроелементів, насамперед 15 незамінних: залізо, цинк, магній, мідь, марганець, хром, селен, літій, кобальт тощо. Біологічною особливістю є виключна різноманітність, специфічність і неповторність складу біологічно активних речовин. За хімічним складом цистозіра дещо відрізняється від ламінарії, а за вмістом макро- і мікроелементів, у т.ч. йоду, мало поступається їй. Цистозіра містить солі альгінової кислоти, що зменшують накопичення стронцію та цезію в організмі людей. Відомо, що: 1 грам (сухої речовини) цистозіри забезпечує добову потребу людини в йоді, марганці, селені. Цистозіра є ефективним засобом проти ожиріння. Пригнічення апетиту шляхом вживання бурих водоростей передусім зумовлено високим вмістом в них полісахаридних речовин, які в шлунку швидко набрякають, створюють відчуття ситості й водночас поглинають рідини з організму. У водорості в помітних концентраціях містяться антиоксиданти: токоферол і природні феноли.

Цистозіру можна застосовувати й як регулятор роботи шлунково-кишкового тракту [51].

Зостера. В Україні знаходяться значні запаси морської трави – зостери. В зостері більше білка, жиру і вуглеводів у порівнянні з іншими водоростями. До хімічного складу водорості сімейства Зостера входять до 14 % рослинних білків, 70,6 % вуглеводів (в тому числі: 5,5 % клітковини, 6,8 % маніту), 2,2 % ліпідів, мінеральних речовин 13,2 % (в тому числі йоду 120, мг) [55]. Рослина містить значну кількість легкозасвоюваних форм мікроелементів: заліза, кобальту, міді, цинку та ін. З вітамінів до складу зостери входять: вітаміни групи В, а також каротин і аскорбінова кислота [54].

Зостера у своєму складі має пектин – зостерин 21,7 %. Цей пектин містить полігалактуронову кислоту в кількості 90 %. За ступенем метоксильовання зостерин належить до низькометоксильованих пектинів (менше 10%), що обумовлює його високу активність при зв'язуванні та виведенні з організму важких металів і радіонуклідів. До складу пектину-зостерину входить унікальний фермент-апіогалактуронан, що обумовлює його відносну стійкість до дії позаклітинних пектиназ [55]. Встановлено, що зостерин посилює у 2 – 2,5 рази накопичення у селезінці імунних клітин, що дає підставу стверджувати про імунопідсилюючі властивості пектину-зостерину. Пектин-зостерин має виражені антимікробні, що робить його перспективним для застосування при захворюваннях органів травлення. На відміну від пектинів наземних рослин, пектин-зостерин має унікальні якості: стійкість до дії кишкових пептидаз, адсорбційні властивості, що було підставою для застосування пектину-зостерину в лікувальному харчуванні хворих на хронічний гепатит. Лікування гастродуоденальних захворювань напоями з пектину-зостерину сприяло нормалізації ендоскопічних і гістологічних змін слизових оболонок шлунку та дванадцятипалої кишки [54]. Харчові продукти у складі, яких є зостера, при технологічній обробці не втрачають своїх біологічних властивостей, тому доцільно використовувати дані водорості для оздоровлення населення України, яке проживає на радіоактивно забруднених та ендемічних територіях [55].

Не менш унікальною харчовою добавкою натурального походження є *еламін*, що являє собою екстракт морської водорості ламінарії. Він не лише задовольняє потребу у йоді, але й позитивно впливає на загальний стан організму, та обмінні процеси. Добавка еламін із успіхом може компенсувати нестачу йоду та інших мікро- і макроелементів. Слід зазначити, що він не тільки зберігає всі властивості морської капусти, а й перевершує її по засвоєнню організмом. При його вживанні корисні речовини засвоюються на 90... 95 %. Йодвміщуюча добавка еламін за вмістом йоду, калію, кальцію і заліза перевершує в кілька разів інші продукти харчування. Альгірати, що входять до його складу, є унікальними і абсолютно нешкідливими природними сорбентами, які вибірково зв'язують у комплекси радіонукліди, солі важких металів, токсичні речовини і виводять їх із організму.

Еламін володіє радіозахисними й мембраностабілізуючими властивостями, сприяє підвищенню гемоглобіну і нормалізації рівня гормонів в крові, що в комплексі призводить до нормалізації основного обміну речовин. Дія еламіна обумовлена тим, що він містить до 40 % мікро- та макроелементів, зокрема підвищену кількість йоду, який стимулює клітинне і тканинне дихання [18]. Він рекомендований для збагачення різних страв йодом, селеном, солями альгінової кислоти, мікроелементами і біологічно активними речовинами.

Норі – японська назва червоних морських водоростей з роду *Porphyra* (порфіри). Перший опис норі датується VIII ст. н.е. Довгий час користувалася популярністю страва з водоростей, що нагадує пасту, яка і мала назву норі. Через деякий час до норі застосували ту ж технологію, що і для виготовлення рисового паперу, і вони набули сучасного вигляду. Норі найчастіше використовують для приготування суші і онігірі. Вони містять багато рослинних протеїнів, вуглеводи, мінеральні речовини (у першу чергу, залізо, йод, кальцій і фосфор), вітаміни А, D, С і В₁₂. Ці водорості і продукти з них – незамінні помічники при лікуванні захворювань, пов'язаних із йододефіцитом, підвищеним рівнем холестерину, а також ослабленим імунітетом. Відомо про сприятливий ефект від вживання норі при атеросклерозі і варикозному розширенні вен.

Мікрowodорості – це різноманітна група фотосинтезуючих одноклітинних автотрофних організмів. За останні кілька десятиліть понад 40 000 видів еукаріотичних мікрowodоростей було досліджено на предмет їх потенціалу як альтернативних джерел харчових добавок, нутрицевтиків та фармацевтичних препаратів. Відкриття природних антиоксидантів у мікрowodоростях спонукало нутрицевтичну промисловість використовувати метаболіти, отримані з мікрowodоростей, як заміну синтетичним антиоксидантам. В XXI столітті розвиток сектору мікрowodоростей прискорився завдяки їх в раціоні харчування людей [46]. Біомаса мікрowodоростей складається з білків, ліпідів, вуглеводів та пігментів, що використовуються в різних продуктах здорового харчування. Вміст амінокислот (лізину, метіонін, триптофан, треонін, валін, гістидин та ізолейцин) у деяких мікрowodоростей можна порівняти з білком яєць або соєвих бобів.

Хлорела. У складі клітинної оболонки хлорели присутні полісахариди, вторинний полімеризований каротиноїд спорополенін і целюлоза. Але найголовніше в тому, що хлорела містить білок, у якому містяться всі незамінні амінокислоти, який легко засвоюється організмом та має великий ряд необхідних людині вітамінів та мінералів [56].

Відомо, що хлорелу, як елемент здорового харчування використовують у Японії. В умовах достатнього азотного живлення хлорела містить близько: 50 % протеїну, 35 % вуглеводів, 5 % жиру і до 10 % мінеральних солей. Клітковина, що міститься у хлорелі покращує травлення та засвоєння корисних речовин із їжі. Завдяки антиоксидантам, які присутні у великій кількості, хлорела попереджає ріст пухлин та ракові захворювання. Також вона

ефективно очищає організм від важких металів та радіонуклідів. Величезний дослідницький інтерес учених усього світу до хлорели визначається, перш за все, багатим складом усього спектра біологічно активних речовин і високою їх концентрацією. Хлорелу застосовують як біологічно активну добавку з метою зміцнення імунітету, як загальнозміцнюючий засіб, нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту [57].

Вітаміни та вітаміноподібні речовини містяться в Хлорела: альфа-каротин, бета-каротин, вітаміни групи В, С, Е, D, К, фолієва кислота, пантотенова кислота, біотин, інозит, холін. Хлорела продукти містять значну кількість вітамінів D₂ і В₁₂, які не зустрічаються в рослинах. Це вітамінний комплекс є ключовим елементом для росту клітин і диференціювання в організмі людини, головне учасник діяльності ферментів, що беруть участь в метаболізм; має антиоксидантну, антиканцерогенну дію властивості, підтримує здоров'я шкіри, волосся та м'язи та ін.

Хлорела використовується в якості біологічно активної добавки, тому що містить безліч мікро- і макроелементів. Хлорела багата калієм, натрієм, кальцієм, магній, марганець, цинк і селен [58]. Хлорела є джерелом полісахаридів і олігосахаридів, тому його рекомендують як пребіотик. Один з найважливіших полісахаридами є β -1,3 глюкан, активний імуностимулятор, який зменшує кількість вільних радикалів і холестерину в крові.

Хлорела вважається одним з основних джерел хлорофілу а і b. Може синтезувати хлорофіл до 1 – 2 %. Деякі переваги для здоров'я хлорофіл включає загоєння ран, виразок, допомагає при гемофілії, поліпшення діабету та астми і т. д. Оскільки хлорофіл за структурою дуже схожий на гем, який з'єднується з білками, утворюючи гемоглобін, було показано, що він корисний у збільшення кількості еритроцитів і грає важливу роль у профілактиці раку.

Хлорела багата на каротиноїди (астаксантин, лютеїн, β -каротин, лікопін і кантаксантин), що становить близько 1,3 % від сухої біомаси. Повідомляється, що *Chlorella vulgaris* виробляє лютеїн як основний каротиноїд. Було показано, що біологічно активні інгредієнти хлорели позитивно впливають як гіпотензивний, протиалергічний, протиастматичний, протидіабетичний, протипухлинний та профілактичний серцево-судинній засіб. Крім того, види *Chlorella* має статус GRAS (загальноновизнаний як безпечний) у відповідно до вимог харчової промисловості США та Управління з лікарських засобів. Таким чином, *Chlorella* може бути впевнено використана як компонент збагачення харчових продуктів в лікувально-профілактичних цілях.

Спіруліна – це мікроскопічна водорість. Особливо багата спіруліна на лейцин, валін, треонін, ізолейцин. Лізину в спіруліні більше, ніж в овочах. Засвоюваність білка спіруліни становить 80 – 90 %. Білок спіруліни представлений усіма незамінними амінокислотами. Особливо багатий білок спіруліни на триптофан, треонін, ізолейцин, валін (36 г спіруліни забезпечують щоденну потребу дорослої людини в незамінних амінокислотах більш ніж на

100 %) [1]. Засвоюваність білку спіруліни становить 85...90 %, що вище, ніж засвоюваність білку молока.

В залежності від умов культивування спіруліна містить ліпідів від 3 до 6 % сухої маси [1]. Ліпіди спіруліни характеризуються значним вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо γ -ліноленової та лінолевої кислот. 10 г спіруліни забезпечують 8 – 14 % добової потреби людини у ПНЖК. Це дає можливість застосовувати спіруліну як профілактичний засіб для осіб, що страждають коронарними хворобами, атеросклерозом і зайвою вагою [59]. До найбільш важливих допоміжних пігментів спіруліни відносять каротиноїди, з яких особливе місце займає β -каротин. Серед ксантофілів містяться зеаксантин, ехіненон, криптоксантин, лютеїн та ін.

У процесі росту спіруліна накопичує значну кількість макро- і мікроелементів Спіруліна є найбагатшим джерелом заліза. У 100 г спіруліни міститься до 150 мг заліза, що у 20 разів більше, ніж в інших залізовмісних продуктах. Воно знаходиться в органічно зв'язаній формі, яка легко засвоюється організмом. В спіруліна кальцію більше, ніж молоці: у 100 г спіруліни міститься до 100 мг кальцію. В 10 г спіруліни міститься 10 % добової потреби людини в кальції та магнії і 16 % – в марганцю [1]. До її складу входить високий рівень гамма-ліноленової кислоти, бета-каротин, нуклеїнові кислоти ДНК і РНК, хлорофіл. Спіруліна містить 10...20 % цукрів, які легко засвоюються з мінімальною інсуліновою відповіддю.

Важливо, що у спіруліні сконцентровані в оптимальних співвідношеннях найважливіші вітаміни – А, вітаміни групи В, РР, біотин, фолієва кислота, пантотенат, С і Е, що дозволяє розглядати її як ефективний засіб боротьби з авітамінозом. Спіруліна (зокрема, її компонент – пігмент фікоціанін) поглинає до 40 % радіоактивного цезію і стронцію з середовища. А це свідчить про те, що вона є радіопротектором [59].

Додавання водоростей у вигляді порошку або екстракту можуть поліпшити харчові, фізико-хімічні та текстурні властивості харчових продуктів. Крім того, використовуючи водорості, можна приготувати продукти з меншою калорійністю та менш насиченими жирними кислотами. Для кулінарного використання водорості заготовляють у мороженому, солоному, маринованому та сухому вигляді [56].

Аналізуючи сучасний стан продукції збагаченої морськими водоростями в світі, то можна сказати, що на сьогодні проводяться роботи з удосконалення органолептичних і біохімічних методів дослідження водоростевої сировини та використання її у виробництві продуктів харчування. У Франції, країнах Південно-Східної Азії, Північної Америки, Японії та інших країнах приділяють увагу приготуванню харчових продуктів з використанням морських водоростей для виготовлення паст, приправ, м'яких сирів, продуктів з пінною структурою. У Японії та Франції широко розповсюджені продукти з морської капусти – це приправи, сік, порошок, гранули, які можуть використовуватися окремо, або як складові частини харчових продуктів і страв. У Німеччині та Норвегії виробляється житній хліб із застосуванням

борошна ламінарії. Японці щодня виготовляючи до 4 т сухої хлорели для приготування молочного напою. Тільки одна фірма «Джепаев хлорела» щомісяця виробляє 1 тис. т хлорели для різних цілей (добавки до напоїв, морозиво, хліб, в кондитерські вироби і ін.).

Світове виробництво штучно вирощених водоростей, в основному морських, в останні роки зростало відносно повільно. Ключовими гравцями, представленими на світовому ринку продуктів з водоростей є: Cellana (США), Alltech (США), Algaetech International Sdn Bhd (Малайзія), Cyanotech Corporation (США), DIC Lifetec Co. Ltd. (Японія), BlueBioTech GmbH (Німеччина), Parry Nutraceuticals Limited (Індія), Caldic B.V. (Нідерланди), «Roquette Klötze GmbH & Co. KG» (Німеччина) тощо.

Вирощування морських водоростей приваблює все більш пильну увагу як вид діяльності, що наносить мінімальний збиток клімату і навколишньому середовищу, який може бути елементом біоекономіки.

Світовий ринок продуктів із водоростей поділений на наступні регіони: Північна Америка (США, Канада, Мексика); Європа (Німеччина; Франція; Італія; Іспанія; Великобританія; решта Європи); Азіатсько-Тихоокеанський регіон (Китай; Індія; Австралія; Японія; решта Азіатсько-Тихоокеанського регіону); решта світу (Бразилія; Аргентина; Південна Африка; інші). На рисунку 2 зображено розмір ринку за регіонами [29].

Ринок продукції із водоростями, який представлений світовими компаніями в Україні не має широкого розповсюдження, здебільшого дані продукти можна замовити онлайн, країнами-представниками яких є США та Корея. Нижче наведено перелік цих компаній та продуктів :

- 1) Рисові чіпси з водоростями зі смаком васабі «California gold nutrition», Корея;
- 2) Морська капуста, натуральні водорості з гомасіо «Eden», США;
- 3) Локшина з морських водоростей; локшина з бурими водоростями із зеленим чаєм; суміш морських рослин «Sea Tangle Noodle Company», США;
- 4) Салатна суміш із морських водоростей; класична оливкова, смажена закуска з водоростей «SeaSnax», США;
- 5) Морські приправи; морські водорості в гранулах «Maine Coast Sea Vegetables», США;
- 6) Цільнозернові хрусткі хлібці з бурого рису, з морськими водоростями тамарі «Edward & Sons», США;
- 7) Корейський снек норі з кунжутним маслом «Ock-Dong-Ja», Корея.

Варто зазначити, що Україна має значний потенціал у даній галузі сільського господарства, морська берегова лінія перевищує 4000 км (враховуючи берегову лінію Криму), більша частина якої може бути успішно використана для агрокультури морських водоростей.

На сьогодні вже є приклади успішного вирощування мікроводоростей і в нашій країні. Наприклад, компанія «Фуд Факторі» зайнялася вирощуванням спіруліни починаючи з 2016 року під ТМ Spirulinka. «Фуд Факторі» спіруліну вирощують в біореакторах, де створено спеціальне середовище для

водоростей. У вересні 2017 року компанія пройшла реєстрацію у FDA (Food and Drug Administration – Американське федеральне управління із нагляду за якістю харчових і лікувальних препаратів). Завдяки цьому вони можуть поставляти продукцію в Америку. Арабський ринок є також перспективним, адже там розвивається тенденція здорового харчування [60, 61].

ТОВ «Хлорела Україна» – є одним з перших українських виробників мікроводорості хлорели і вже більше 7 років спеціалізується на культивуванні живого планктонного штаму високої продуктивності [32]. Український сучасний асортиментний ряд продукції, яка в своєму складі містить морські водорості або виготовлена на основі водоростей, досить різноманітний. Було вивчено та проаналізовано продукцію деяких українських компаній:

1. Компанії «Правильний мед» і ТОВ НПК «ДЕЛО» об'єднавши зусилля, випустили оригінальний продукт – справжній зелений мед, в основі якого крем-мед з квіткового різнотрав'я і суспензія мікроводорості хлорели [33].

2. Компанія «E = da» – це натуральна їжа, приготована з сушених продуктів, що зберегли всі смакові якості, випускає ризотто та гречану кашу з ламінарією [62].

3. Компанія «Vegetus» має різноманітний асортимент водоростей, випускає тофу пресований з порошком морських водоростей, паштет «Морський» з водоростями (ламінарія, норі, вакаме, спіруліна), грибна намазка з водоростями вакаме, ковбаса пшенична «Сейтан класичний» із екстрактом морських водоростей, ікра з екстракту морських водоростей чорна та червона [63].

4. Продукти ТМ «SOHO» – це повноцінне функціональне харчування з екстракту бурої морської водорості – ламінарії. Всі продукти ТМ «SOHO» пройшли клінічні випробування на базі Українського державного інституту гігієни та токсичної екології ім. Марзеєва, а в 2019 році – в ГУ «Запорізької медичної академії післядипломної освіти МОЗ України». Внесені до державного реєстру функціональних харчових продуктів та дієтичних добавок як продукт для контролю ваги. Вони випускають ікру чорну та червону, десерти фруктові «Тропик» і «Вишня» [64].

5. Компанія «Vegi Land» – це український виробник вегетаріанських і пісних продуктів, вони виготовляють стейки та котлети з сої і норі.

6. ТОВ «Меркурій-II» – перший виробник у СНД та Європі, який виростив спіруліна, створив та запровадив технологію замороження її у промислових масштабах. Spirulina Live від ТОВ «Меркурій-II» – жива. Вона вирощена за природних, екологічно чистих умов, дбайливо зібрана, заморожена та розфасована. Spirulina Live сертифікована згідно з вимогами Держстандарту та дістала дозвіл на продаж для міжнародних ринків [65].

7. Компанія «Майстер йоду» створює авторські мікси на основі відбірної очищеної ламінарії свіжого врожаю, додаючи ароматні інгредієнти лише рослинного походження [65].

8. Компанія «ZDOROVO» випускає сардельки «Морські» з ламінарією і тофу з морськими водоростями.

3.5. Функціональні інгредієнти горіхів та продуктів їх переробки

Корисні властивості горіхової сировини багато в чому обумовлені особливостями його хімічного складу. Усі види горіхів мають значний вміст жирів (до 74 %), білків з високою біологічною цінністю (до 25 %), вітамінів, мінеральних речовин та інших важливих для обміну речовин компонентів [1].

Особливістю ліпідів горіхів є унікальний склад жирних кислот, які вважаються одними з найбільш корисних поживних речовин для підтримки внутрішніх органів і гормональної системи, наявність жиророзчинних вітамінів (А, Е) та інших ліпідних сполук, необхідних для організму людини (холін, інозит, лецитин та ін.).

Найбільш широко на ринку України представлені такі види горіхів: арахіс, волоські, фундук, мигдаль, кеш'ю, фісташки та кедрові горіхи. Однак на сьогоднішній день фундук, кеш'ю, фісташки, арахіс і мигдаль не використовуються як сировина для харчових олій. З наведеного переліку на олію переробляються лише кедрові та волоські горіхи, традиційні для країн середнього кліматичного поясу, до якого входить більшість країн Європи, Центральної Азії та Північної Америки.

Горіхи мають високий вміст жиру, однак у більшості з них це, переважно, поліненасичені жири – у волоських і кедрових горіхах, мононенасичені жири – в мигдалі, фісташках, горіхах пекан і лісових горіхах.

Кедровий горіх. В ядрі горіха кедрового міститься від 13 до 18 % вуглеводів, 13 – 20 % білку та 50 – 70 % ліпідів. Ліпіди горіхів представлені жирними кислотами: насиченими (до 5%); мононенасиченими (до 19 %); поліненасиченими (до 34 %). До складу білкового комплексу входять легкозасвоювані альбуміни (38 %), глобуліни (3 5%), глютаміни (20 %), проламіни (7 %). В білку присутні всі незамінні амінокислоти (г/100 г): валін (0,687), ізолейцин (0,542), лейцин (0,931), лізин (0,54), метіонін (0,252), треонін (0,37), триптофан (0,107), фенілаланін (0,52); частково замінні – цистин (0,289); умовно замінні – аргінін (2,413), гістидин (0,341). Основні вуглеводи в ядрі горіха сахароза (3,45 г/100 г) та крохмаль (1,43 г/100 г); волокон (клітковина) – 3,7 г/100 г. Мінеральні речовини представлені макро- та мікроелементами (мг/100 г): кальцій (16), залізо (5,53), магній (254), фосфор (575), калій (597), натрій (2), цинк (6,45), мідь (1,324), марганець (8,802), селен (0,0007). У 100 г ядра горіха містяться наступні вітаміни: С (0,8 мг), В₁ (0,364 мг), В₂ (0,227 мг), В₃ (4,387 мг), В₄ (55,8 мг), В₅ (0,313 мг), В₆ (0,094 мг), фолати (34 мкг), Е (9,33 мг – α-токоферол, 11,15 мг – γ-токоферол), К (53,9 мкг), β-каротин (17 мкг).

Кеш'ю. Плоди кеш'ю багаті на ліпіди (43 г/100 г), білки (20 г/100 г), кальцій (37 мг/100 г), магній (292 мг/100 г), фосфором (593 мг/100 г), калієм (660 мг/100 г) також містять корисні для здоров'я ненасичені жирні кислоти, вітаміни (2.82 мг/100 г вітаміну В), поліфенольні компоненти, харчові волокна (5.9 %). Основні плантації кеш'ю знаходяться в Індії (50 % світового експорту),

Бразилії, Східній Африці. Горіхи кеш'ю допомагають при серцево-судинних захворюваннях.

Фісташка. Фісташку називають «зеленим золотим деревом» завдяки високій економічній вартості та поживній цінності. Основними імпортерами фісташки є Іран, США, Туреччина, Китай, Сирія, Італія та Туніс. Завдяки насиченому зеленому кольору, відмінним смаковим та ароматичним властивостям плоди фісташки знайшли застосування у кондитерській галузі, виробництві морозива та інших десертів. Фісташка багата ліпідами, білками, мінеральними речовинами, фітостиролами, каротиноїдами, хлорофілом та токоферолом. Фісташці приписують антиоксидантні, протизапальні, антимікробні та антимуtagenні властивості. Для фісташки характерним є більш високий вміст фітостеролів, γ -токоферолу, вітаміну К і ксантофілових каротиноїдів. Ці речовини покращують ліпідний профіль крові. Фісташки містять багато ненасичених і мононенасичених жирів; лінолеву кислоту (13,1 г/100 г), олеїнову кислоту (23,9 г/100 г) і рослинні стерини (210 мг β -ситостеролу/100 г). Використання фісташок в виробах з пшеничним борошном чинить сприятливу дію на постпрандіальну глікемію, може бути частиною механізму, за допомогою якого горіхи знижують ризик діабету. Тому, фісташки є перспективною сировинною добавкою у пшеничне тісто для здобних виробів [66].

Арахіс. Арахіс в основному використовують для виробництва олії, пасти, інгредієнта кондитерських виробів і як закуски, снеки. Найбільшими виробниками арахісу є Китай (41.5 %), Індія (18.2 %), США (6.8 %). Плоди арахісу багаті ненасиченою олеїною жирною кислотою, білками, токоферолами, поліфенолами (кумаринової та ферулової кислотами), флавоноїдами епігаллокатехіном, епікатехіном, катехінгалатом, епікатехінгалатом, проантоціанідинами та ін.

Фундук. Великі плантації фундука вирощуються у Туреччині та півночі Китаю. У білках фундука виявлено 8 незамінних амінокислот, сумарна кількість яких становить 22,99 – 35,14 %. Відзначено високий вміст аргініну, лейцину, глютамінової та аспарагінової кислот. У ядрах вивчених сортів цистеїн та метіонін присутні в незначній кількості. Крім того, в маслі фундука міститься значна кількість природних антиоксидантів, токоферолів, каротиноїдів, також мононенасичену олеїнову кислоту, вуглеводів, вітамінів В₆ та Е, залізо, кальцій, цинк та фосфор.

Волоські горіхи. Ядро горіхів містить 52 – 78 % жирної олії, 9 – 20 % вуглеводів, дубильні й ароматичні речовини, вітаміни й сполуки заліза та кобальту. Рекомендується хворим на атеросклероз, туберкульоз легень, гепатит та інші захворювання печінки. У разі туберкульозу легень корисно вживати горіхи з медом. Як дієтичний продукт горіхи вживають при гіпо- й авітамінозах, дефіциті солей заліза й кобальту, після виснажливих захворювань. Серед поживних речовин на 100 г волоського горіха виділяють – білки (16,2 %), жири (42,7 %), вуглеводи, харчові волокна (6,1 %), насичені жирні кислоти (6,2 %), моно- і дисахариди (3,9 %), крохмаль (7,2 %). Горіхи

містять вітаміни С, В₁, В₂, РР, каротин і хінони [67]. У них містяться не лише вітаміни С, В₁, В₂, РР, каротин, а й дубильні речовини, хінони та жирні олії (лінолева, ліноленова, олеїнова, пальмітинова кислоти), клітковина, солі заліза та кобальту. Попри високий вміст жирів, грецькі горіхи допомагають знизити рівень холестерину у крові. Волоські горіхи та олію рекомендують у якості профілактики та лікування атеросклерозу, авітамінозу, нестачі заліза, серцево-судинних захворювань, захворювань печінки та порушення обміну речовин [68].

Шрот і борошно горіхів відрізняються за способом виробництва. Макуха – продукт, який залишається після віджиму олії. Шрот отримують екстракцією рослинних олій. Шрот зазвичай характеризується меншим вмістом залишкового жиру. Однак сьогодні багато виробників позиціонують борошно як борошно. Це викликає деякі труднощі при аналізі результатів досліджень хімічного складу таких продуктів, якими займалися різні вчені. Зважаючи на це, однією з проблем рекомендації субпродуктів переробки кедрра та волоського горіха для використання в якості вітамінізаційних добавок до різних видів харчових продуктів є визначення особливостей їх хімічного складу. Це не тільки визначатиме ефективність таких добавок покращують харчовий склад продуктів, а й зумовлюють прояв у них певних функціональних і технологічних властивостей.

Шрот волоського та кедрового горіхів характеризується значним вмістом білка (33,6 та 38,1 % відповідно) з високою біологічною цінністю, що робить їх перспективним джерелом білкового поповнення раціонів. Кедровий шрот містить легкозасвоювані білки, до складу яких входять 19 амінокислот. Із них 70 % – незамінні та умовно незамінні, що вказує на високу біологічну цінність білків, аргінін (до 21 г/100 білка) хоча і належить до замінних у харчуванні дорослої людини, але входить до категорію незамінних у дитячому харчуванні, а високе співвідношення амінокислот аргініну й лізину дозволяє припустити, що шрот кедровий може використовуватися як лікувальний і профілактичний засіб при серцево-судинних захворюваннях. Білок кедрового шроту, на відміну від білків інших продуктів, відрізняється підвищеним вмістом лізину (до 12,4 г/100 білка), метіоніну (до 5,6 г/100 білка) і триптофану (3,4 г/100 білка) – найбільш дефіцитних амінокислот, зазвичай лімітуючи біологічну цінність білків у складі продуктів [69]. Вміст вуглеводів у цих добавках практично однаковий (близько 45%), це в основному харчові волокна (25 і 42 %), які дуже важливі для нормальної роботи кишечника і мають хороші радіопротекторні властивості. За вмістом крохмалю 16,0 % шрот майже не відрізняються, але крохмаль шроту кедрового горіху в основному представлений амілозою, а шроту грецького горіху — амілопектином. Вуглеводи горіхового борошна також містять значну кількість моно- і олігосахаридів (понад 25 і 40 % відповідно), які надають їм солодкого смаку. Це може бути причиною зниження рецептурного вмісту цукру в продуктах з використанням таких добавок. Також завдяки тому, що ці горіхові страви, отримані методом холодного віджиму, зберігають значну кількість корисних

жирів (12,2 і 7,1 % для горіхового борошна і кедрового горіха відповідно).

До складу досліджуваних продуктів переробки горіхів входять поліфенольні сполуки, мінеральні речовини (залізо, калій, кальцій, марганець, мідь, цинк та ін.) і вітаміни (переважно вітамін Е і вітаміни групи В) у значних для організму людини кількостях. Шрот із ядра горіха кедра містить велику кількість фосфору та магнію. У 100 г шроту кедрових горіхів міститься добова потреба людини в магнії, марганцю та цинку [69]. Особливий інтерес кедровий горіх представляє як природне джерело йоду. Добова потреба в йоді – 0,1...0,2 мг, а в кедровому шроті його міститься в середньому 1,2 мг/кг. Вміст вітаміну Е становить 15,0 мг %, В₂ (рибофлавін) – 2,0 мг; В₁ – 1,7мг %, РР – 20,6 мг/100г.

Борошно з кедра і волоського горіха може бути корисним збагачувачем для ряду споживчих товарів. Зокрема, шрот кедрового горіха рекомендовано використовувати в технологіях паштетів, спредів, вершків або сиру, кисломолочних напоїв, пряники та ін. Шрот волоського горіха використовується при виготовленні цукрового та пісочного печива, пряники, хлібобулочні вироби, халва та начинки для цукерок [70]. Позитивно впливають на обмін речовин також дикарбонові та багатоосновні карбонові кислоти (яблучна, лимонна, янтарна та ін.), які належать до органічних кислот. Вони мають протизапальні та антиоксидантні властивості, покращують травлення, перешкоджають розвитку патогенної мікрофлори. Деякі з них (наприклад, янтарна кислота) мають противірусну та антигіпоксичну дію та нормалізуючу дію на роботу мозку. Фенольні сполуки мають антимікробну, антиоксидантну, адаптогенну та імуностимулюючу дію. Також до складу зазначених продуктів переробки горіхової сировини входить значна кількість дубильних речовин (1380 та 4270 мг/100 г відповідно) [7].

Контрольні запитання за темою

1. З якою метою використовують зернову сировину для виробництва продуктів функціонального призначення?
2. В чому полягає головна користь насіння люпину?
3. Назвіть основні функціональні властивості фруктів, овочів, насіння олійних культур та продуктів переробки, які використовуються для виробництва функціональних продуктів.
4. З якою метою використовують амарант? В які харчові продукти його вносять?
5. Що таке спіруліна? Які її функціональні властивості?
6. Які корисні речовини містить ехінацея? Дайте характеристику як функціональної сировини?
7. Поясніть, як Ви розумієте вираз «технологічні властивості фітопорошків». Якими показниками вони характеризуються?
8. Які медико-біологічні принципи необхідно враховувати при внесенні до будь-яких харчових основ фітопорошків чи дієтичних добаво

РОЗДІЛ 4. ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

При розробці функціональних продуктів харчування необхідно дотримуватись наступних принципів:

а) для збагачення продуктів харчування в першу чергу використовуються ті *інгредієнти, дефіцит яких реально має місце, широко поширений і небезпечний для здоров'я*; для України це вітаміни С, групи В, мінеральні речовини, такі як йод, залізо і кальцій;

б) вибір конкретного функціонального інгредієнта проводиться з *урахуванням його сумісності з компонентами харчового продукту, призначеного для збагачення, а також сумісності його з іншими функціональними інгредієнтами*;

в) *додавати* функціональні інгредієнти слід насамперед у *продукти масового споживання*, доступних для всіх верств населення, з урахуванням рецептурного складу і агрегатного стану харчових систем, призначених для збагачення;

г) додавання функціонального інгредієнта в харчові продукти *не повинно погіршувати споживчі властивості продукту*, а саме:

- зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин;
- істотно змінювати смак, аромат і свіжість продуктів;
- скорочувати терміни зберігання продукту;

д) *має бути забезпечено збереження нативних властивостей*, включаючи біологічну активність, добавок в процесі кулінарної обробки і зберігання продукту;

е) в результаті введення в рецептуру добавок повинно бути досягнуто *покращення споживчої якості* продукції [1].

Для того щоб визнати розроблені продукти функціональними, необхідно довести їх користь, тобто провести медико-біологічну оцінку, мета якої:

- підтвердити фізіологічну цінність продукту як продукту функціонального харчування;
- ідентифікувати добавки, що вводяться з певною біологічною активністю, тобто визначити хімічну природу, вміст і т.п.;
- провести медико-біологічну оцінку кулінарних продуктів для функціонального харчування, зокрема на нешкідливість, тобто відсутність прямого або побічного шкідливого впливу, алергічного дії.

Крім медико-біологічних вимог, обов'язковою умовою створення функціональних продуктів харчування є розробка рекомендацій до їх застосування і в окремих випадках клінічна апробація.

Розрізняють *два основних прийоми* перетворення харчового продукту у функціональний:

1. Збагачення продуктів нутрієнтами в процесі його виробництва
2. Прижиттєва модифікація сировини [7].

В цілому критерії вибору збагачуваних продуктів представлені на рис. 4.1.

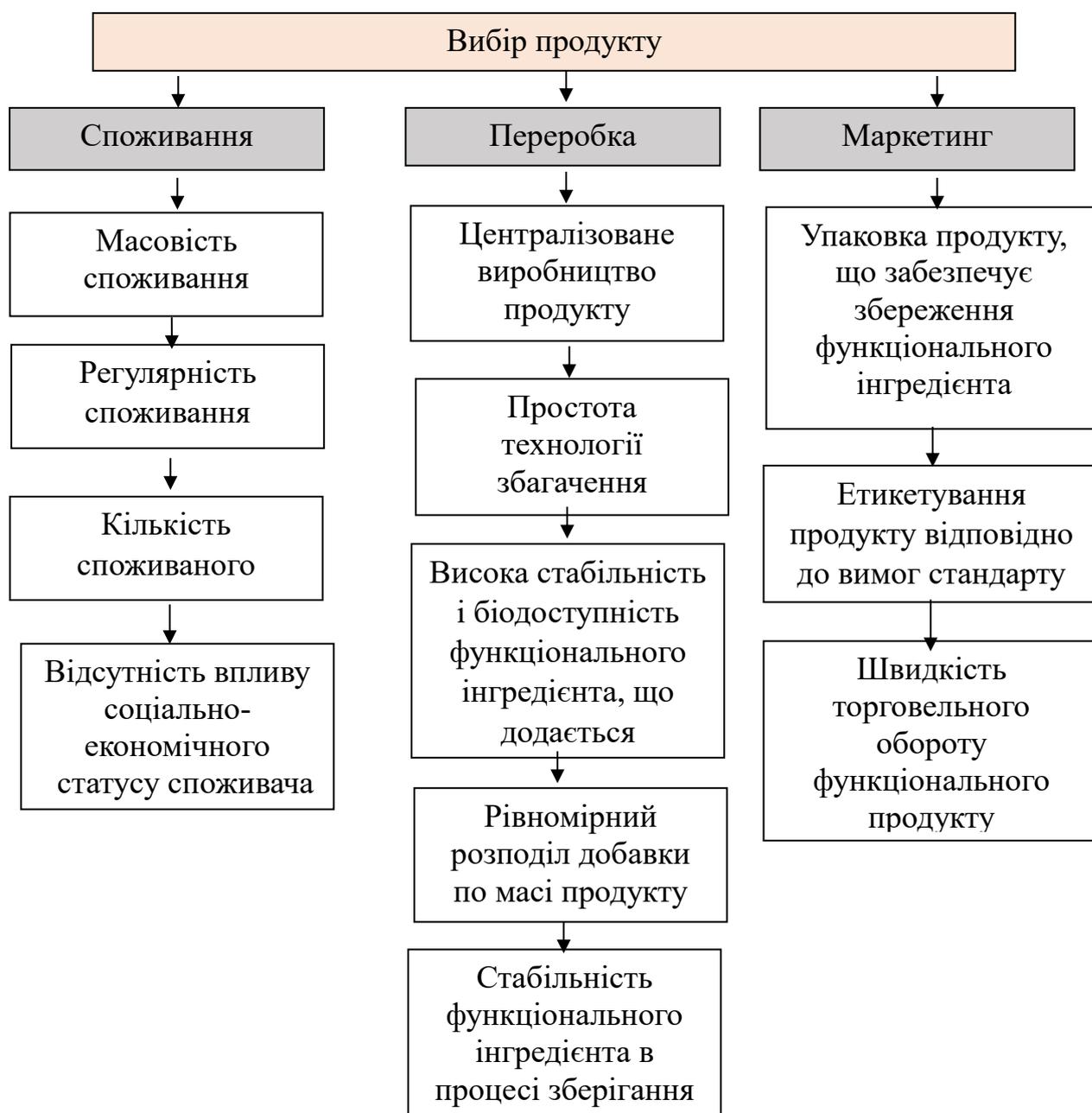


Рисунок 4.1 – Основні критерії вибору збагачуваного продукту

Збагачення продукту нутрієнтами в процесі його виробництва

Цей прийом є найбільш поширеним і ґрунтується на модифікації традиційних продуктів. Він дозволяє підвищити вміст корисних інгредієнтів у продукті до фізіологічно значущого рівня, (10 – 50% від середньої добової потреби).

Залежно від кількості внесеного функціонального інгредієнта в збагачувані продукти можливо [1]:

★ по-перше, відновлення функціонального інгредієнта частково чи повністю втраченого в процесі технологічної обробки до вихідного вмісту;

При цьому продукт може бути віднесений до групи функціональних, якщо відновлений рівень функціонального інгредієнта забезпечує не менше 15% його середньої добової потреби.

✦ по-друге, введення до складу продукту функціонального інгредієнта в кількості, що перевищує звичайний рівень його вмісту у вихідній сировині. Основні технологічні прийоми введення функціональних інгредієнтів в продукти харчування представлені на рис. 4.2.

Таким чином, при створенні функціональних продуктів необхідно вибрати і обґрунтувати харчову основу (продуктів) і функціональних інгредієнтів з урахуванням сукупності споживчих властивостей і фізіологічного впливу створюваного продукту.

У цілому загальна схема створення функціональних продуктів харчування представлена на рис. 4.3.

Прижиттєва модифікація сировини. Цей прийом менш поширений і передбачає о тримання сировини з заданим компонентним складом.

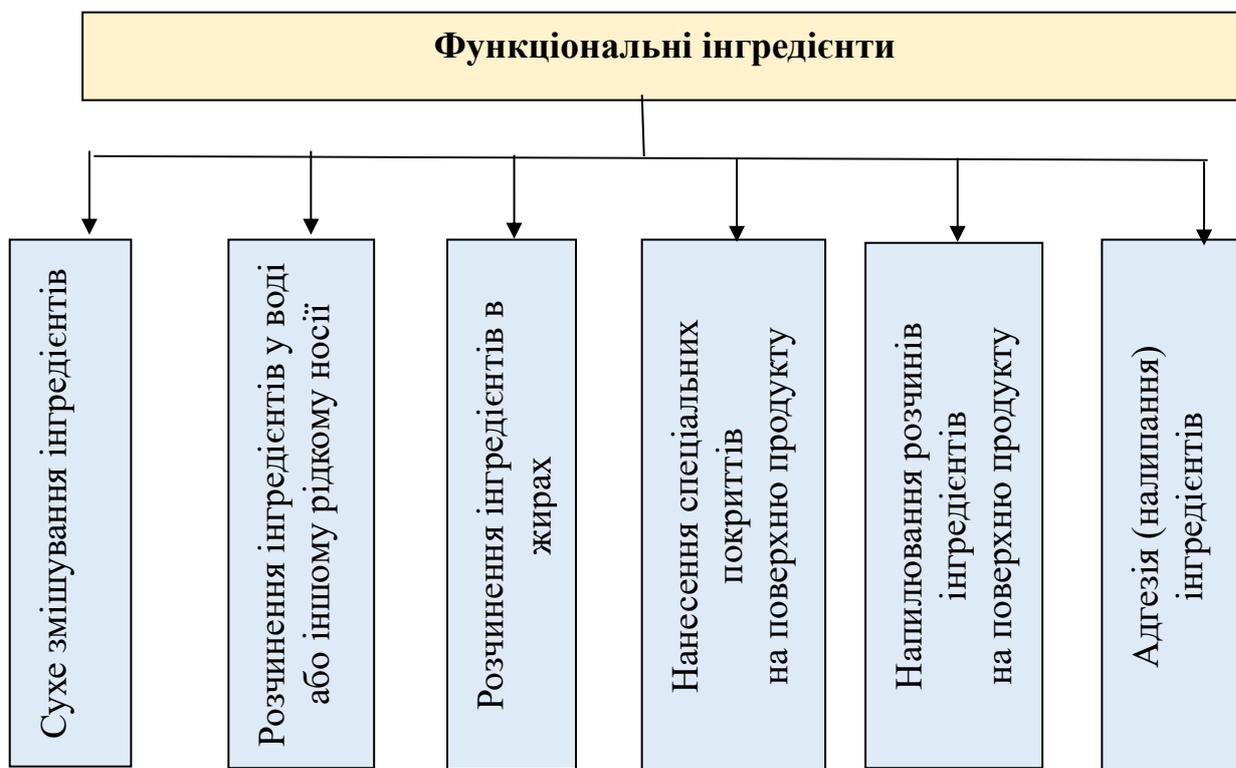


Рисунок 4.2 – Технологія введення функціональних інгредієнтів в продукти харчування



Рисунок 4.3 – Схема створення функціональних продуктів харчування

Основними етапами розробки функціональних оздоровчих продуктів [5] є :

- вибір продукту, який вимагає збагачення;
- вибір функціональних інгредієнтів, які необхідно додати до традиційного продукту з урахуванням функціональних властивостей основного продукту;
- вибір природного функціонального продукту як джерела необхідних функціональних інгредієнтів;
- дослідження сумісності за фізико-хімічними та біологічними властивостями доданого функціонального інгредієнта з компонентами продукту, що підлягає збагаченню
- вибір фізико-хімічної форми доданого функціонального інгредієнта або композиції таких інгредієнтів
- складання рецептури функціонального продукту, яке здійснюють з регламентацією гарантованого вмісту функціонального інгредієнта, повинен забезпечувати добову потребу людини в ньому на 10 ... 50%;
- дослідження технологічних режимів підготовки функціонального інгредієнта і його внесення; вибір стадії технологічного процесу, найбільш придатною для внесення функціонального інгредієнта

- оцінка органолептичних, споживчих властивостей отриманого функціонального продукту і його біологічної цінності;
- оцінка економічної та соціальної ефективності виробництва і реалізації нового функціонального продукту, його конкурентоспроможності
- розробка нормативно-технічної документації на виробництво нового функціонального продукту

На рис. 4.6. зображена схема створення функціонального продукту.



Рисунок 4.4 – Схема інтегрального підходу до створення функціонального харчового продукту.

В основу технологій створення функціональних харчових продуктів на нинішньому етапі закладено модифікацію традиційних продуктів, завдяки чому підвищується вміст у них корисних інгредієнтів до рівня, співвідносного з фізіологічними нормами їх вживання (10...50% від добової потреби).

Контрольні запитання за темою

1. Чим відрізняються окремі групи харчових продуктів за призначенням?
2. Які виділені етапами розробки функціональних оздоровчих продуктів?
3. Критерії вибору збагачуваних продуктів.
4. Основні прийоми перетворення харчового продукту у функціональний.
5. Яких принципів необхідно дотримуватись розробці функціональних продуктів харчування
6. Охарактеризуйте основні етапи розробки функціональних оздоровчих продуктів.
7. Які наукові принципи збагачення продуктів ви знаєте?

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сімахіна Г.О., Українець А.І. Інноваційні технології та продукти. Оздоровче харчування. Київ. : НУХТ, 2010. 294 с.
2. Івашків Л. Я. Нові класи інгредієнтів продуктів харчування та їхні функціональні властивості. *Проблеми харчування*. № 3–4. 2010. С. 61–66.
3. Сімакова О. О., Никифоров Р. П. Розробка новітніх технологій виробів з борошна із заданими властивостями : монографія. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2018. 146 с.
4. Зберігання і переробка продукції рослинництва. / Подпрятков Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М., Хилевич В. С. Київ : Мета, 2002. 495 с.
5. Сірохман І., Завгородня В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення. Київ : «Центр учбової літератури», 2017. 544 с.
6. Махинько В. М., Бабіч О. В., Махинько Л. В. Дикорослі рослини – можливий шлях збалансування харчового раціону. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2011. № 5. С. 3–4.
7. Зубар, Н.М. Основи фізіології та гігієни харчування: підручник. Київ.: Центр учбової літератури, 2010. 336 с.
8. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: практикум. / Подпрятков Г.І., Скалецька Л.Ф., Духовська Т.М., Сеньков А.М. Київ : «Вища освіта», 2004. 25с.
9. Рослинництво: навчальний посібник 1 частина. / Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.
10. Гавій В. М., Козючко А. Г. Біохімічні показники зерна сої за передпосівної обробки насіння комбінаціями метаболічноактивних речовин. *Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Агронія і біологія»*. Випуск 2. 2022. №48. С. 90–95.

11. Ігнатенко, М. Г., Сніговий С.В. До питання про масштабне використання соєвого білка у продуктах харчування людини в Україні. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : 2002. Вып.24. С. 256–259.
12. Матко С. В., Мельник Л. М., Бессараб О. С. Використання сочевиці для виробництва харчових продуктів. *Наукові праці ОНАХТ*. Одеса, 2014. Вип. 46, Т. 2. С. 72–75.
13. Погарська В.В., Погарський О.С., Юр'єва О.О., Лосєва С.М. Нанотехнологія переробки нуту в білкові добавки. *Сталий ланцюг харчування та безпека крізь науку, знання та бізнес* : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 18 трав. 2023 р. Харків : ДБТУ, 2023. С. 57–58.
14. Любич В.В., Войтовська В.І., Кононенко Л. М. Вміст вітамінів і мінеральних елементів у зернопродуктах різних сортів соризу. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. Частина 1. С. 78–86.
15. Бараболя О.В., Марініч Л.Г. Використання насіння люцерни в технології хлібопечення. *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв*. матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 25-26 листопада 2021 р. Харків, 2021. С. 394-395
16. Біолого-екологічні особливості овочевих культур: навчальний посібник / Нікончук Н.В. та ін. Миколаїв : МНАУ, 2020. 407 с.
17. Камінська С. В., Сімахіна Г. О. Біологічно активні речовини плодово-ягідних культур та їх роль в життєдіяльності організму людини. *Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції* : матеріали 10-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, м Київ, 15 вересня 2021 р. Київ : НУХТ, 2021. С.115–116.
18. Шевченко Т.О., Калюжная О.С. Перспективність використання продуктів переробки топінамбуру для виробництва біопродуктів. *Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології*: збірник матеріалів VIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Харків, 7-8 листопада 2019 р. Харків: Національний фармацевтичний університет, 2019. С. 501–502.
19. Легута Т.М., Черевична Н.І, Гапонцево Н.В. Товарознавство продуктів функціонального призначення: опорний конспект лекцій. Харків : 2012. 73 с.
20. Левчук І.В., Кіщенко В. А, Тимченко В. К., Куниця К. В. Амарантова олія – якість та безпечність щодо використання як біологічно активної добавки. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2015. № 2. С. 74–80.
21. Овсієнко, С. Амарат та продукти його переробки в хлібопеченні. *Продовольчі ресурси*. 2022.10(18), 109–120.
22. Баса В.І.А., Мельнічук О.Є. Використання капусти броколі для створення ферментованих продуктів харчування. *Актуальні задачі сучасних технологій* : матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, м. Тернопіль, 17–18 листопада 2016 р. Тернополь, 2016. С. 215–216.
23. Vanduchova, A., Anzenbacher, P., Anzenbacherova, E. Isothiocyanate from Broccoli, Sulforaphane, and Its Properties. *Journal of medicinal food*, 2019. 22(2), P. 121–126.

24. Belinska, S., Kamienieva, N., Levytska, S., Rogalskiy, S. Determination of amino acid composition of broccoli cabbage protein. *Eureka: Life Sciences*. 2018. 3, P. 25–32.
25. Belinska S. Levytska S. Bioloichna tsinnist bilka kapusty brokoli. *Tovary i rynku*. 2016. 2, P. 92–99.
26. Haristoy X., Angioi-Duprez K., Dupre, A., Lozniewski A. Efficacy of Sulforaphane in Eradicating Helicobacter pylori in Human Gastric Xenografts Implanted in Nude Mice. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 2003. 47(12), P. 3982–3984.
27. Ditrikh I., Ilchuck N., Yefymovych P. Fish and vegetable schnitzel for functional purpose. *Наукові праці НУХТ. Харчові технології*. 2018. Том 24, № 6 С. 202–210.
28. Владимірова І.М., Кисличенко В.С., Демьохін В.Б., Махотіна О.О. Фітохімічне вивчення листя капусти броколі. *Створення, виробництво, стандартизація, фармакоеконімічні дослідження лікарських засобів та біологічно активних добавок: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 12—13 жовтня 2006 р. Харків, 2006 р. С. 42—43.*
29. Левківська Т. М., Душак О. В., Абовян. Перспективи отримання антоціанових барвників для харчової промисловості. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. Вип. 1, 2021. С. 10–15.
30. Стеценко Н.О., Скидан Є.А. Перспективи використання ехінацеї пурпурової у технологіях кисломолочних напоїв. *Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв : матеріали II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. м. Прага 30 квітня 2021р., Прага: Oktan Print s.r.o., 2021. С. 118.*
31. Domínguez-Valencia R., Gabriele Z. Rocchetti Show R., Lorenzo J. M. Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. *Food Chemistry*. 2020. V.330. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127266>
32. Хомич Г.П., Ткач Н.І. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР : монографія. Полтава : РВВ ПУСКУ. 2009. 159 с.
33. Душак, О.В., Левківська, Т. М., Панчук, О. В. Перспективи використання нетрадиційної дикорослої сировини в технологіях концентратів солодких страв. *Продовольчі ресурси*. 2024. 12(22), С. 73–80.
34. Самілик М.М., Демидова Є.В., Болгова Н. В. Безвідходна технологія переробки дикорослої сировини. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2022. 30(3). С. 394–403.
35. Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. Одеса : Друк, 2003. 256 с.
36. Жукова В.Ф., Тарасенко В.Г. Поліпшення якості кондитерських виробів за рахунок використання нетрадиційної сировини. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2021. № 1-2(3-4). С.44–50.
37. Лисюк Г., Фоміна І. Ядро насіння соняшнику. *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2015. №6. С.18–19.

38. Литвиненко О.А., Гладкий Ф.Ф., Федякіна З.П. Виробництво харчових форм білків із насіння олійних культур. Київ : Аграр. Наука, 2016. 52 с.
39. Пешук Л.В., Носенко Т.Т. Біохімія та технологія оліє-жирової сировини: навч. посіб. Київ : НУХТ, 2008. 295 с.
40. Кононенко Л.М., Євчук Я. В., Войтовська В. І., Третякова С.О. Вміст біохімічної складової в насінні кунжута залежно від його забарвлення. *Уманський збірник*. Вип. 97. Ч1, 2020. С. 229–239.
41. Кононенко Л.М., Євчук Я.В., Войтовська В.І., Третякова С.О. Використання кунжутного борошна в технології хліба спеціального призначення. *Збірник наукових праць уманського НУС. Частина 1*. 2021. Вип. 98. С. 299–306.
42. Кохан О.О., Фалендиш Н.О., Камбулова Ю.В., Потилко З.І. Використання продуктів переробки органічного гарбуза для розширення асортименту органічних цукерок. *Polish science journal*. 2021. Т.1, №46. С. 58–62.
43. Антоненко А.В., Михайлик В.С. Технологія та якість печива зі шротами олійних культур. *Харчова наука і технологія*. 2016. Т.10, Вип. 1. С. 72–77.
44. Белінська К.О. Дослідження хімічного складу олії кісточкових плодів та розробка купажів на її основі. *Journal of Chemistry and Technology*. 2021. 29(1) С. 65–76.
45. Гулевата, М.А., Савчук Ю.Ю., Усатюк С.І. Збалансування жирнокислотного складу соняшникової олії. *Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, оліє-жирової та молочної галузей* : матер. Третьої міжнар. наук.-техн. конф., м Київ, 25–26 березня 2014 р. Київ : НУХТ, 2014. С. 149–150.
46. Кожемяка О.В., Пешук Л.В., Вербицький С.Б. Перспективні напрямки використання мікроводорості *Chlorella* в технології продуктів здорового харчування. *Продовольчі ресурси*. 2023. Т. 11, № 21. С. 81–92.
47. Шарило Ю.Є., Деренько О.О., Дюдяєва О. А. Використання водоростей виду *Chlorophyta* як біологічний метод очищення водойм. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2020. № 1. С. 88–102.
48. Пешук Л., Новікова Н., Приходько Д. Водорості як «суперфуд» у технологіях м'ясних продуктів здорового харчування. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2023. № 1. С. 96–103.
49. Пешук Л., Сімонова І., Приходько Д. Огляд стратегій розвитку та особливостей виробництва інноваційних продуктів з водоростей. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків: НТУ «ХПІ». 2023. №2(16). С. 86 – 91.
50. Грубінко В.В.. Біологічноактивні добавки з водоростей, збагачені мікроелементами. *Здоров'язбережувальні технології закладу освіти в умовах сучасних освітніх змін*: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф., м.Тернопіль, 06-07 червня, 2019р., Тернопіль: КРОК, 2019. С. 101-104.
51. Deynichenko G., Lystopad T., Novik A., Chernushenko L., Matsuk Yu., Kolisnychenko T., Farisieiev A. Determining the content of macronutrients in berry

sauces using a method of IR-spectroscopy. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 5/11 (107). P. 32-42.

52 Облап Л., Ковбаса В., Хмелюк Г. Водорість фукус як харчова добавка з радіопротекторною дією. *Харч. і перероб. пром-сть*. 2004. № 6. С. 18–19.

53 Владимірова І.М, Георгіянц В.А., Котов А.Г. Ламінарії слані, обґрунтування вибору для фармакопейної стандартизації. *Управління, економіка та забезпечення якості фармації*. 2011. № 4(18). С. 24–29.

54 Корзун В.Н., Антонюк І.Ю., Технології млинцевого напівфабрикату функціонального призначення. *Практика і перспективи розвитку еногастрономічного туризму: світовий досвід для України* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м Київ, 24 вересня 2015 р. Київ: НУХТ, 2015. С.136-142.

55 Ковальчук С.С, Наконечна А.С. *Zostera marina* як джерело унікальних біологічно активних речовин в закладах ресторанного господарства. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі* : матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Київ, 19–20 травня 2020 р. Київ : НУХТ. 2020. С. 284-285.

56 Peshuk L., Simonova I., Shtyk I. Modern trend – health products with microalgae. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 2022. №. 24, (97). P. 52–59.

57 Kozhemiaka O. V., Peshuk L. V. Chlorella as a biologically active component in the technology of health and wellness products. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. № 2, (31). P. 230–239.

58 Кожемяка О. В., Пешук Л. В., Петренко С. О. Застосування системи НАССР при виробництві м'ясних продуктів з мікроводоростю Chlorella. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. Харків : НТУ «ХПІ». 2023. № 2, (16). С. 48–53.

59 Кошель О.Ю. Касьянова А.В. Перспективи застосування порошку водоростей спіруліна у виробництві хлібобулочних виробів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2022. Том 12, № 2. С. 1–7.

60 В Україні у промислових масштабах вирощують мікро водорість спіруліну URL:<https://superagronom.com/news/8182-v-ukrayini-u-promislovih-masshtabah-viroschuyut-mikrovodorist-spirulinu>

61 Спіруліна: як українці вирощують найкориснішу водорість URL: <https://agroportal.ua/agrocheck/made-in-ukraine/made-in-ukraine-spirulina-kak-ukraintsy-vyrashchivayut-poleznuyu-vodorosl>

62 E=da – натуральна їжа, приготована з сушених продуктів, що зберегли всі смакові якості, без підсилювачів смаку, барвників та консервантів. URL:<https://e-da.com.ua/>

63 Підприємство «Вегетус» URL:<https://vegetus.ua/>

64 SOHO. URL: <https://veganprod.com/brands/soho>

65 Спіруліна ТОВ "Меркурій-II" – виробник живої спіруліни в Україні URL:<https://www.spirulinalive.com.ua/>

- 66 Карпик Г.В., Чернега А.В. Фісташковий горіх як замітник тваринних жирів у рецептурі здобних борошняних виробів. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості: матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції*, м. Тернополь, 28 – 29 вересня 2023 р. Тернопіль, 2023. С. 81.
- 67 Ярмош Т.А., Перцевой В., Аналіз використання волоського горіха у харчовій промисловості. *Науковий вісник ТДАТУ*.2023. В.13, Т.1. С.1 –9.
- 68 Tiurikova, Inna S., et al. Технологія дієтичних добавок із волоського горіха. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2020. V.28, №1 С. 51– 60.
- 69 Кравченко М.Ф., Ярошенко Н. Ю. Технологія пряникових виробів, збагачених кунжутним і кедровим шротом. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць*. Харків: ХДУХТ, 2015. Вип. 1 (21). С. 392 –400.
- 70 Novik A., Shidakova-Kamenyuka O., Chernushenko O., Dil K. Determination of carbonic acid content in cedar and walnut meals by Chromatography *Journal of Chemistry and Technologies*, 2021, 29(4), P. 618-628
- 71 Нутриціологія. Частина 2. Частна нутриціологія: навчальний посібник. / Н.В. Дуденко та ін. Харків : УПА, 2012. 246 с.
- 72 Оздоровче харчування : навч. посіб. / П. О. Карпенко та ін. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. 628 с.
- 73 Сімахіна, Г.О., Українець А.І. Технологія оздоровчих харчових продуктів: курс лекцій. Київ. : НУХТ, 2009. 310 с.
- 74 Нутриціологія. Частина 1. Загальна нутриціологія: навчальний посібник. / Л.Ф. Павлоцька та ін. Харків : УПА, 2012. 371 с.
- 75 Павлоцька Л. Ф., Аксьонова О. Ф. Нутриціологія : опорний конспект лекцій Харків. : ХДУХТ, 2018. 131с.
- 76 Фізіолого-гігієнічні аспекти оцінки якості продуктів : підручник / Л. Ф. Павлоцька та ін. Харків. : Світ Книг, 2016. 532 с.
- 77 Теоретичні основи харчових технологій: короткий конспект лекцій для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» ОПП «Харчові технології в ресторанній індустрії» ступеня вищої освіти бакалавр денної та заочної форми навчання. / Пивоваров П.П. та ін. Харків : СНАУ, 2020. 202 с.
- 78 Гуменюк О.Л. Харчова хімія: тексти лекцій. Чернігів: ЧДТУ, 2013. 244 с/
- 79 Іванова В.Д., Сімахіна Г.О., Технологія природних вітамінів : навч. посіб.. Київ. : НУХТ, 2015. 343 с.
- 80 Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії: наказ Міністерства охорони здоров'я України від 03.09.2017 № 1073. *Офіційний вісник України*. 2017. № 87. С. 72.
- 81 Ощипок І. М., Онишко Л. Й. Збагачення харчової сировини для створення продуктів здорового харчування. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*. 2019. Вип. 22. С. 44–51.
- 82 Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни “Технологія оздоровчих харчових продуктів” для студентів I курсу напрямку підготовки 6.051701 – харчові технології та інженерія, спеціальності - технологія жирів та жирозамінників / Укл.: А.О.Філінська, О.В.Черваков, Т.Г.Філінська. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2012. 56 с.